

## Process for determining lateral overturning of vehicle and occupant protecting system in vehicle

Patent Number: ☐ US2001038202  
Publication date: 2001-11-08  
Inventor(s): TOBARU SHIGEO (JP); MAEDA HIROYUKI (JP); TAKAHATA OSAMU (JP)  
Applicant(s):  
Requested Patent: ☐ DE10112315  
Application Number: US20010812904 20010315  
Priority Number(s): JP20000077276 20000317; JP20000080869 20000322; JP20000080892 20000322  
IPC Classification: B60R21/16  
EC Classification: B60R21/01C  
Equivalents: ☐ CA2340801, ☐ US6618655

---

### Abstract

A process for determining lateral overturning of a vehicle involves establishing a threshold value line S separating a lateral overturning region farther from an origin and a lateral non-overturning region closer to the origin on a two-dimensional map made using a rolling angle  $\theta$  and a rolling angular speed  $\omega$  of the vehicle. When a hysteresis line for actual rolling angles and actual rolling angular speeds of the vehicle traverses the threshold value line from the lateral non-overturning region to the lateral overturning region, it is determined that there is a possibility of lateral overturning of the vehicle, and correspondingly an occupant protecting system may be deployed. Also, to assure accuracy, a lateral acceleration sensor for detecting a lateral acceleration for establishing the threshold value line S is disposed on a center plane of a vehicle body.

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - I2



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 101 12 315 B4 2004.10.14

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 101 12 315.9  
(22) Anmeldetag: 14.03.2001  
(43) Offenlegungstag: 03.01.2002  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14.10.2004

(51) Int Cl.: B60R 21/01

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:  
2000-77276 17.03.2000 JP  
2000-80869 22.03.2000 JP  
2000-80892 22.03.2000 JP  
  
(71) Patentinhaber:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP  
  
(74) Vertreter:  
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:  
Tobaru, Shigeo, Wako, Saitama, JP; Maeda,  
Hiroyuki, Wako, Saitama, JP; Takahata, Osamu,  
Wako, Saitama, JP  
  
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 198 06 836 C1  
DE 197 19 454 A1  
DE 40 23 109 A1  
EP 09 65 502 A2  
EP 08 73 918 A2  
JP 07-16 49 85a A  
JP 07-11 28 01a A

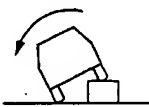




(54) Bezeichnung: Verfahren zur Bestimmung eines Seitenüberschlags eines Fahrzeugs und Insassenschutzsystem in einem Fahrzeug

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Bestimmung des Seitenüberschlags eines Fahrzeugs unter Verwendung eines Rollwinkelgeschwindigkeitssensors (16) und eines an einer Mittelebene (CP) der Fahrzeugkarosserie angeordneten Querbeschleunigungssensors (15), das die Schritte umfasst:

Legen einer Schwellenwertlinie (S) auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels ( $\theta$ ) und einer Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) des Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, wobei die Schwellenwertlinie (S) einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von einem dem Ursprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt,

Bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, wenn eine Hystereselinie (H1-H7) für von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor (16) erfasste Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) und aus den Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) errechnete Rollwinkel ( $\theta$ ) des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie (S) von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenüberschlagbereich überquert,

wobei die Schwellenwertlinie (S) gemäß der von dem Querbeschleunigungssensor (15) erfassten Querbeschleunigung (GY) in Richtung zu dem Ursprung hin oder von dem Ursprung weg bewegt wird.

NAME	BILD	KLASSIFIKATION
UM-KIPPEN		EINFACHE ROLLE
UM-HEBEN		EINFACHE ROLLE
UM-FALLEN		EINFACHE RÖLLE
UM-GLEITEN		EINFACHE ROLLE + SEITENRUTSCHGESCHWINDIGKEIT
UM-DREHEN		DIVERGENZ

**Beschreibung****Hintergrund der Erfindung****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Vorhandenseins oder Fehlens einer Möglichkeit, dass ein Fahrzeug quer oder seitlich überschlägt, auf der Basis eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Insassenschutzsystem mit einem Insassenrückhaltemittel, in dem auf der Basis eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit eines Fahrzeugs bestimmt wird, ob eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und wenn bestimmt wird, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag besteht, das Insassenrückhaltemittel betätigt wird.

**Stand der Technik**

**[0002]** Ein Verfahren zur Bestimmung, ob eine Möglichkeit von Seitenüberschlag eines Fahrzeugs besteht, ist aus der japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 7-164985 bekannt. Bei diesem Verfahren wird auf einem zweidimensionalen Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit eines Fahrzeugs als Parameter gebildet ist, ein Seitenüberschlagbereich in einer Fläche eingerichtet, wo der Rollwinkel und die Rollwinkelgeschwindigkeit groß sind (d.h. eine Fläche, die vom Ursprung des Kennfelds weit entfernt ist), wobei ein Nicht-Seitenüberschlagbereich in einer Fläche eingerichtet wird, wo der Rollwinkel und die Rollwinkelgeschwindigkeit klein sind (d.h. eine den Ursprung einschließende Fläche), und wenn eine Hystereselinie, die durch Auftragen von durch Sensoren erfassten tatsächlichen Rollwinkeln und tatsächlichen Rollwinkelgeschwindigkeiten auf dem Kennfeld gebildet ist, in den Seitenüberschlagbereich eintritt, bestimmt wird, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, wodurch ein aktiver Überrollbügel angehoben wird.

**[0003]** Um einen Anfangswert zum Erfassen eines Rollwinkels des Fahrzeugs zu berechnen oder um eine Schwellenwertlinie zu bewegen, die eine Grenze zwischen dem Nicht-Seitenüberschlagbereich und dem Seitenüberschlagbereich auf dem Kennfeld ist, kann in einigen Fällen eine Querschleunigung des Fahrzeugs durch einen Querschleunigungssensor erfasst werden. Wenn das Fahrzeug keine Rollwinkelgeschwindigkeit aufweist, kann eine Ausgabe einer Querschleunigung nicht durch eine Position beeinflusst werden, in der der Querschleunigungssensor angebracht worden ist. Wenn jedoch das Fahrzeug eine Rollwinkelgeschwindigkeit um eine Rollmitte aufweist, wird, wenn der Querschleunigungssensor an einer von der Rollmitte entfernten

Position angebracht ist, durch die Rollwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs eine radiale Beschleunigung um die Rollmitte an der dem Querschleunigungssensor entsprechenden Position erzeugt, und eine Komponente dieser Radialbeschleunigung in Querrichtung der Fahrzeugkarosserie ist als Fehler in einer Ausgabe aus dem Querschleunigungssensor enthalten, was zu einem Problem führt, dass der Querschleunigungssensor keine genaue Querschleunigung erfassen kann.

**[0004]** Aus der japanischen Patentschrift Nr. 7-112801 ist ein Insassenschutzsystem bekannt, das eine Sicherheitsgurtvorrichtung, die mit einem Sicherheitsgurtstraffer versehen ist, sowie eine Airbag-Vorrichtung umfasst, so dass der Betrieb der Sicherheitsgurtvorrichtung und der Airbag-Vorrichtung selektiv auf der Basis von vier Schwellenwertsignalen gesteuert wird, die entsprechend der Größe der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Seitenüberschlags des Fahrzeugs ausgegeben werden.

**[0005]** Wenn das Fahrzeug mit geringer Rollwinkelgeschwindigkeit langsam seitlich überschlägt, wird der Insasse durch Schwerkraft zum Türfenster hin bewegt. Wenn andererseits das Fahrzeug mit größerer Rollwinkelgeschwindigkeit seitlich schnell überschlägt, verbleibt der Insasse unter der Trägheitswirkung in dem Fahrzeuginnenraum, was zu einem vergrößerten Abstand zum Türfenster führt. Wenn ein Insassenrückhaltemittel verwendet wird, das sich zwischen dem Insassen und dem Türfenster entfaltet, wie etwa ein Luftvorhang, variiert der Effekt des Insassenrückhaltemittels in Abhängigkeit davon, ob der Insasse näher an dem Türfenster positioniert ist. Aus diesem Grund ist es in einem Fahrzeug mit einer Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln erforderlich, den Betrieb der Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln entsprechend der Rollwinkelgeschwindigkeit während des Seitenüberschlags des Fahrzeugs richtig zu steuern, um eine optimale Insassenrückhalteleistung zu erreichen. Wenn das Insassenrückhaltemittel betätigt wird und sich der Insasse näher am Türfenster befindet, besteht die Möglichkeit, dass dieses Insassenrückhaltemittel sich mit dem Insassen stört, wenn es entfaltet wird, wodurch kein ausreichender Effekt erreicht werden kann.

**[0006]** Die EP 0 873 918 A2 zeigt, dass eine Schwellenwertlinie auf ein zweidimensionales Kennfeld gelegt ist, das unter Verwendung eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit eines Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, jedoch ohne Hinweis auf eine Bewegung der Schwellenwertlinie in Richtung zu dem Ursprung hin oder von diesem weg gemäß einer Querschleunigung des Fahrzeugs.

**[0007]** Die Entgegenhaltung EP 0 965 502 A2 zeigt in Fig. 6, dass die Möglichkeit des Überschlags eines Fahrzeugs unter Verwendung eines zweidimensionalen

len Kennfelds bestimmt wird, das auf der Basis des Rollwinkels und der Querschleunigung des Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist.

**[0008]** Aus der DE 197 19 454 und DE 198 06 836 ist es bekannt, den Querschleunigungssensor in der Drehmitte CR des Fahrzeugs anzuordnen.

**[0009]** Die DE 40 23 109 A befasst sich mit der Steuerung des Entfaltungszeitpunkts eines Insassenrückhaltemittels auf der Basis des Zustands eines Fahrzeuginsassen im Fahrzeugraum relativ zu einer Längsrichtung der Fahrzeugkarosserie im Falle einer Frontalkollision des Fahrzeugs.

#### Aufgabenstellung

**[0010]** Demzufolge ist es eine erste Aufgabe der vorliegenden Erfindung sicherzustellen, dass dann, wenn auf der Basis eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs bestimmt wird, ob eine Möglichkeit von Seitenüberschlag eines Fahrzeugs besteht, die Genauigkeit der Erfassung einer Querschleunigung durch das Rollen des Fahrzeugs verbessert wird.

**[0011]** Eine zweite Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es sicherzustellen, dass dann, wenn ein Fahrzeug mit einer Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln seitlich überschlägt, die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln eine optimale Insassenrückhalteleistung erreicht.

**[0012]** Eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es sicherzustellen, dass der Betrieb eines Insassenrückhaltemittels, das zwischen einem Insassen und einer Innenfläche einer Seite einer Fahrzeugkarosserie entfaltet wird, gemäß dem Verhalten des Insassen in einem Fahrzeuginnenraum während eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs richtig gesteuert wird.

**[0013]** Zur Lösung der ersten Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 ein Verfahren zum Bestimmen eines Seitenüberschlags eines Fahrzeugs unter Verwendung eines Rollwinkelgeschwindigkeitssensors und eines an einer Mittelebene der Fahrzeugkarosserie angeordneten Querschleunigungssensor vorgeschlagen, das die Schritte umfasst: Legen einer Schwellenwertlinie auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, wobei die Schwellenwertlinie einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von einem dem Ursprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt; Bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, wenn eine Hystereselinie für von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor erfasste Rollwinkelgeschwindigkeiten und aus den Rollwinkelgeschwindig-

keiten errechnete Rollwinkel des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenüberschlagbereich überquert, wobei die Schwellenwertlinie gemäß der von dem Querschleunigungssensor erfassten Querschleunigung in Richtung zu dem Ursprung hin oder von dem Ursprung weg bewegt wird.

**[0014]** Hierbei ist der Querschleunigungssensor zum Erfassen der Querschleunigung an der Mittelebene der Fahrzeugkarosserie angeordnet. Daher kann, auch wenn eine radiale Beschleunigung um eine Rollmitte an der Mittelebene der Fahrzeugkarosserie durch das Rollen des Fahrzeugs um die Rollmitte erzeugt wird, eine Ausgabe von dem Querschleunigungssensor nicht beeinflusst werden, weil diese radiale Beschleunigung auf der Mittelebene der Fahrzeugkarosserie liegt. Auch wenn eine Beschleunigung auf einer Linie, die einen Kontaktpunkt eines der linken und rechten Räder am Boden mit dem Querschleunigungssensor verbindet, durch das Rollen der Fahrzeugkarosserie um den Kontaktpunkt des Rads an dem Boden erzeugt wird, wird ein Fehler, der an der Ausgabe von dem Querschleunigungssensor durch die durch das Rollen erzeugte Radialbeschleunigung vorliegt, auch dann ausgeglichen, wenn der Kontaktpunkt des rechten Rads eine Rollmitte ist, und auch dann, wenn der Kontaktpunkt des linken Rads eine Rollmitte ist, wodurch der Einfluss der Erfassungsgenauigkeit des Querschleunigungssensors auf das Minimum gedrückt wird.

**[0015]** Zur Lösung der zweiten Aufgabe wird gemäß Anspruch 4 ein Insassenschutzsystem mit einer Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln, einem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor und einem an der Mittelebene des Fahrzeugs angeordneten Querschleunigungssensor vorgeschlagen, worin auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels und einer Rollwinkelgeschwindigkeit eines Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, eine Schwellenwertlinie gelegt ist, die einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von einem dem Ursprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt, worin das System bestimmt, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht und die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln betätigt, wenn eine Hystereselinie für von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor erfasste Rollwinkelgeschwindigkeiten und aus den Rollwinkelgeschwindigkeiten errechnete Rollwinkel des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich überquert, worin das System die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln auf der Basis einer Rollwinkelgeschwindigkeit selektiv betätigt, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und worin das System die Schwellenwertlinie gemäß der von dem Querschleunigungssensor erfassten Querschleunigung in Richtung zu dem Ursprung

hin oder von dem Ursprung weg bewegt.

**[0016]** Hierdurch kann der Betrieb und Nichtbetrieb der Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln umgeschaltet werden zwischen einem Zustand, wenn das Fahrzeug mit einer geringeren Rollwinkelgeschwindigkeit langsam seitlich überschlägt, wodurch der Insasse zum Türfenster bewegt wird, und einem Zustand, wenn das Fahrzeug mit einer größeren Rollwinkelgeschwindigkeit schnell seitlich überschlägt, wodurch der Insasse von dem Türfenster weg bewegt wird, um hierdurch eine optimale Insassenrückhalteleistung zu erreichen.

**[0017]** Bevorzugt sind die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln ein Sicherheitsgurtstraffer und ein Luftvorhang, wobei in einem Zustand, in dem die Rollwinkelgeschwindigkeit kleiner ist, nur der Sicherheitsgurtstraffer betätigt wird, und in einem Zustand, in dem die Rollwinkelgeschwindigkeit größer ist, sowohl der Sicherheitsgurtstraffer als auch der Luftvorhang betätigt werden.

**[0018]** Wenn mit der obigen Anordnung das Fahrzeug wegen einer kleineren Rollwinkelgeschwindigkeit langsam seitlich überschlägt, wodurch der Insasse zum Türfenster hin bewegt wird, wird der Luftvorhang, der sich entlang dem Türfenster entfaltet, nicht betätigt. Daher lässt sich verhindern, dass sich der Luftvorhang mit dem Insassen stört. Ferner kann der Insasse durch den Sicherheitsgurtstraffer ausreichend rückgehalten werden, weil das Fahrzeug langsam seitlich überschlägt. Wenn das Fahrzeug auf Grund einer größeren Rollwinkelgeschwindigkeit schnell seitlich überschlägt, wodurch der Insasse von dem Türfenster weg bewegt wird, kann der Luftvorhang ohne Störung mit dem Insassen betätigt werden. Der Sicherheitsgurtstraffer kann ebenfalls betätigt werden, wodurch der Insasse durch sowohl den Luftvorhang als auch den Sicherheitsgurtstraffer rückgehalten werden kann.

**[0019]** Zur Lösung der dritten Aufgabe wird bevorzugt die Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels auf der Basis eines beim Seitenüberschlag des Fahrzeugs auftretenden Zustands des Insassen innerhalb eines Fahrzeugraums relativ zur Querrichtung einer Fahrzeugkarosserie gesteuert.

**[0020]** Hierbei wird die Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels demgemäß gesteuert, ob sich der Insasse zu einer Innenfläche einer Seite der Fahrzeugkarosserie oder zu einem Mittelabschnitt der Fahrzeugkarosserie bewegt. Daher lässt sich eine Situation vermeiden, dass sich das Insassenrückhaltemittel mit dem Insassen stört, während es sich zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie entfaltet, und im Ergebnis kein ausreichender Effekt erzielt werden kann.

**[0021]** Bevorzugt ist hierbei der Zustand des Insassen ein Abstand zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie.

**[0022]** Hierbei wird die Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels gemäß dem Abstand zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie gesteuert. Daher lässt sich zuverlässig verhindern, dass sich das Insassenrückhaltemittel mit dem Insassen stört, während es sich entfaltet.

**[0023]** Auch kann der Zustand des Insassen eine Relativgeschwindigkeit zwischen den Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie.

**[0024]** Hierbei wird die Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels gemäß der Relativgeschwindigkeit zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie gesteuert. Daher lässt sich zuverlässig verhindern, dass sich das Insassenrückhaltemittel mit dem Insassen stört, während es sich entfaltet.

#### Ausführungsbeispiel

**[0025]** Die Erfindung wird aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen in Verbindung mit der beigefügten Zeichnung näher ersichtlich.

**[0026]** Fig. 1 bis 9B zeigen eine erste Ausführung der vorliegenden Erfindung, worin

**[0027]** Fig. 1 ist ein Diagramm, das Seitenüberschlag-Typen eines Fahrzeugs zeigt;

**[0028]** Fig. 2 ist ein Diagramm zur Erläuterung der Beziehung zwischen dem Rollwinkel  $\theta$  und der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs sowie einer Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs;

**[0029]** Fig. 3 ist ein Kennfeld zur Bestimmung, ob die Möglichkeit besteht, dass das Fahrzeug seitlich oder quer überschlägt;

**[0030]** Fig. 4 ist ein Blockdiagramm eines Steuerungssystems für einen Luftvorhang;

**[0031]** Fig. 5 ist ein Diagramm zur Erläuterung einer Technik zur Berechnung eines Anfangswerts  $\theta_i$  eines Rollwinkels  $\theta$  aus einer Querbeschleunigung  $G_y$ ;

**[0032]** Fig. 6 ist ein Diagramm, das eine Technik zur Bestimmung zeigt, ob auf einem Kennfeld eine Hystereselinie in einem Seitenüberschlagbereich oder in einem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt;

**[0033]** Fig. 7 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Verfahrens zur Bestimmung eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs;

**[0034]** Fig. 8 ist ein Diagramm zur Erläuterung des Betriebs, wenn das Fahrzeug um eine Rollmitte des Fahrzeugs rollt;

**[0035]** Fig. 9A und 9B sind Diagramme zur Erläuterung des Betriebs, wenn das Fahrzeug um eines von linken und rechten Rädern rollt;

**[0036]** Fig. 10 bis Fig. 13B zeigen eine zweite Ausführung der vorliegenden Erfindung, worin

**[0037]** Fig. 10 ist ein Blockdiagramm eines Steuersystems für einen Sicherheitsgurtstraffer und einen Luftvorhang;

**[0038]** Fig. 11 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Steuersystems;

**[0039]** Fig. 12 ist ein Kennfeld, in dem ein Luftvorhang-Betriebsbereich und ein Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich gezeigt sind;

**[0040]** Fig. 13A und 13B sind Diagramme, die die Beziehung zwischen der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs und dem Verhalten eines Insassen zeigen;

**[0041]** Fig. 14 bis 17B zeigen eine dritte Ausführung der vorliegenden Erfindung, worin

**[0042]** Fig. 14 ist ein Blockdiagramm eines Steuersystems für einen Luftvorhang;

**[0043]** Fig. 15 ist ein Flussdiagramm zur Erläuterung des Betriebs des Steuersystems;

**[0044]** Fig. 16 ist ein Diagramm, das eine Ortskurve des Kopfs eines Insassen im Verlauf des Fallens des Fahrzeugs in einen Seitenüberschlagzustand zeigt;

**[0045]** Fig. 17A und 17B sind Diagramme, die die Beziehung zwischen der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs und dem Verhalten eines Insassen zeigen; und

**[0046]** Fig. 18 ist ein Diagramm, das Bewegungsgeschwindigkeiten eines Insassen und einer Innenfläche einer Seite einer Fahrzeugkarosserie im Verlauf des Fallens des Fahrzeugs in einen Seitenüberschlagzustand gemäß einer vierten Ausführung der vorliegenden Erfindung zeigt.

Detailbeschreibung einer bevorzugten Ausführung

**[0047]** Eine erste Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nun mit Bezug auf die Fig. 1 bis 9B beschrieben.

**[0048]** Fig. 1 zeigt Typen von Seitenüberschlag eines Fahrzeugs, die fallweise klassifiziert sind. Die

Seitenüberschlagtypen des Fahrzeugs sind klassifiziert in "einfache Rolle", "einfache Rolle plus Seitenrutschgeschwindigkeit" und "Abweichung" in Abhängigkeit vom Verhalten des Fahrzeugs im Verlauf des Führens zum Seitenüberschlag. Der Seitenüberschlag des "einfache Rolle"-Typs ist ferner unterklassifiziert in "Umkippen", "Umheben" und "Umfallen". Der Seitenüberschlag des "einfache Rolle plus Seitenrutschgeschwindigkeit"-Typs wird typischerweise "Umgleiten" genannt, und der Seitenüberschlag der "Abweichung" wird typischerweise "Umdrehen" genannt.

**[0049]** Das "Umkippen" ist ein Seitenüberschlag, der daraus resultiert, dass eines der linken und rechten Räder des Fahrzeugs auf ein Hindernis hochfährt. Das "Umheben" ist ein Seitenüberschlag, der daraus resultiert, dass das Fahrzeug mit seinem Boden auf ein Hindernis hochfährt, während es seitlich oder quer überschlägt, wobei sein Reifen von der Straßenfläche abhebt. Das "Umfallen" ist ein Seitenüberschlag, der daraus resultiert, dass eines von linken und rechten Rädern des Fahrzeugs den Straßenrand überschreitet und davon hinunterfällt. Das "Umgleiten" ist ein Seitenüberschlag auf Grund einer Rollbewegung, die um einen Randstein oder dergleichen erzeugt wird, wenn durch seitliches Abrutschen des Fahrzeugs eines von linken und rechten Rädern gegen den Randstein oder dergleichen prallt. Das "Umdrehen" ist ein Seitenüberschlag, der aus der Abweichung des Rollwinkels des Fahrzeugs durch Resonanz resultiert, wenn ein Fahrer versucht, ein Lenkrad abwechselnd nach links und rechts zu drehen, um einen doppelten Spurwechsel oder einen dreifachen Spurwechsel durchzuführen oder eine S-förmige Straße zu durchfahren, wenn eine Frequenz dieser Lenkradbetätigung einer Eigenschwingfrequenz der Fahrzeugaufhängung benachbart ist.

**[0050]** Fig. 2 zeigt einen Abschnitt (einen ersten Quadranten) eines zweidimensionalen Kennfelds zur Bestimmung der Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs, worin der positive Wert (über dem Ursprung) des Rollwinkels  $\theta$  auf der Ordinatenachse dem Rechts-Rollwinkel entspricht, und der positive Wert (an der rechten Seite des Ursprungs) der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  auf der Abszissenachse der Rechts-Rollwinkelgeschwindigkeit entspricht. Eine Schwellenwertlinie S, die eine nach rechts abfallende gerade Linie aufweist, ist in das zweidimensionale Kennfeld gelegt. In diesem Kennfeld ist ein Bereich an der dem Ursprung näheren Seite der Schwellenwertlinie S, nämlich ein Bereich, wo der Rollwinkel  $\theta$  und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  kleiner sind, ein Nicht-Seitenüberschlagbereich, und ein Bereich an der von dem Ursprung weiter entfernten Seite der Schwellenwertlinie S, nämlich ein Bereich, wo der Rollwinkel und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  größer ist, ist ein Seitenüberschlagbereich. Wenn Hyste-

reselinien H1, H2 und H3 für den tatsächlichen Rollwinkel  $\theta$  und die tatsächliche Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs die Schwellenwertlinien S von der dem Ursprung näheren Seite des Nicht-Seitenüberschlagbereichs zu der von dem Ursprung weiter entfernten Seite des Seitenüberschlagbereichs quer, wird bestimmt, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

**[0051]** Die Hystereselinie H1 entspricht einem Fall, wo nur der Rollwinkel  $\theta$  langsam zugenommen hat, wobei die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  bei im Wesentlichen 0 (null) bleibt, aus einem Zustand heraus, in dem sowohl der Rollwinkel  $\theta$  als auch die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  null waren (d.h. vom Ursprung aus). Wenn der Rollwinkel  $\theta$  einen kritischen Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  an einem Punkt  $a$  erreicht hat, einem Schnittpunkt, an dem die Schwellenwertlinie S die Ordinatenachse schneidet, wird bestimmt, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht. Zu dieser Zeit liegt die Position CG des Fahrzeugschwerpunkts auf einer vertikalen Linie, die sich durch einen Reifen verläuft, der in Rollrichtung ein Außenreifen ist und eine Rollhebelstütze ist. Dieser Zustand ist eine Grenze der statischen Stabilität im Hinblick auf Seitenüberschlag des Fahrzeugs. Der Wert des kritischen Rollwinkels  $\theta_{CRT}$  variiert in Abhängigkeit von der Form und dem Ladezustand des Fahrzeugs, liegt jedoch allgemein in der Größenordnung von  $50^\circ$ .

**[0052]** Auch wenn der Rollwinkel  $\theta$  gleich 0 ist, besteht die Möglichkeit, dass das Fahrzeug seitlich überschlägt, wenn eine hohe Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  ausgeübt wird. Die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  zu dieser Zeit wird als kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  definiert.

**[0053]** Wenn das Fahrzeug eine Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  in der gleichen Richtung wie der Richtung des Rollwinkel  $\theta$  hat, wird der Seitenüberschlag durch die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  begünstigt. Auch wenn sich daher das Fahrzeug in einem Zustand befindet, in dem der Rollwinkel  $\theta$  kleiner als der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  ist, kann der Seitenüberschlag auftreten. Wenn zum Beispiel die Hystereselinie für den Rollwinkel  $\theta$  und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  mit H2 dargestellt wird, wird bestimmt, dass die Möglichkeit eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs an einem Punkt  $b$  vorhanden ist, an dem die Schwellenwertlinie S von der dem Ursprung näheren Seite zu der vom Ursprung fernen Seite überquert. Der Rollwinkel  $\theta$  ist zu dieser Zeit ein Wert, der kleiner als der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  ist.

**[0054]** Wenn die Hystereselinie für den Rollwinkel  $\theta$  und die Rollgeschwindigkeit  $\omega$  mit H3 dargestellt wird, ändert sich die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  unter Annahme eines positiven Werts schnell von Zunahme zur Abnahme und nimmt weiter zu einem ne-

gativen Wert hin ab, und daher kann die Hystereselinie H3 die Schwellenwertlinie S nicht überqueren. Daher wird bestimmt, dass keine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

**[0055]** Fig. 3 zeigt das gesamte zweidimensionale Kennfeld zur Bestimmung der Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs. Es sind zwei Schwellenwertlinien S, S in den ersten Quadrant bzw. einen dritten Quadrant gelegt, und sie sind in einem anfänglichen Setzzustand um den Ursprung herum punktsymmetrisch. Der Grund dafür, warum der Seitenüberschlagbereich jeweils im zweiten Quadrant, wo der Rollwinkel  $\theta$  positiv ist und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  negativ ist, und im vierten Quadrant, wo der Rollwinkel  $\theta$  negativ ist und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  positiv ist, nicht vorliegt, ist, dass der Seitenüberschlag des Fahrzeugs in einem Zustand nicht auftritt, in dem eine Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  in einer zur Richtung des Rollwinkels  $\theta$  entgegengesetzten Richtung erzeugt worden ist.

**[0056]** Hystereselinien H4, H5, H6, H7 und H8 für den Rollwinkel  $\theta$  und die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  entsprechend den verschiedenen Typen von Seitenüberschlag, die in Bezug auf Fig. 1 beschrieben sind, sind in Fig. 3 gezeigt.

**[0057]** Die Hystereselinie H4 entspricht dem Seitenüberschlag des "einfache Rolle"-Typs, wie etwa "Umkippen", "Umheben", "Umfallen" und dergleichen, worin der Absolutwert des Rollwinkels  $\theta$  und der Absolutwert der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  einfach zunehmen, was zu dem Seitenüberschlag des Fahrzeugs führt.

**[0058]** Die Hystereselinie H5 entspricht dem Seitenüberschlag von "einfache Rolle plus Seitenrutschgeschwindigkeit", genannt "Umgleiten", worin die Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  scharf zunimmt, was zu dem Seitenüberschlag führt, auf Grund der Rollbewegung, die durch die Kollision eines Reifens gegen Randstein oder dergleichen im Verlauf des seitlichen Rutschens des Fahrzeugs erzeugt wird.

**[0059]** Die Hystereselinien H6 und H7 entsprechen dem Seitenüberschlag vom "Abweichungs"-Typ, genannt "Umdrehen". Die Hystereselinie H6 zeigt den Seitenüberschlag bei einem doppelten Spurwechsel. Während in diesem Fall das Fahrzeug beim ersten Spurwechsel nach rechts rollt und beim nächsten Spurwechsel nach links rollt, divergiert der Absolutwert des Rollwinkels  $\theta$  an der Schwellenwertlinie S im dritten Quadrant vorbei, was zum Seitenüberschlag führt. Die Hystereselinie H7 zeigt den Seitenüberschlag beim dreifachen Spurwechsel. Während in diesem Fall das Fahrzeug beim ersten Spurwechsel nach rechts rollt, beim nächsten Spurwechsel nach links rollt und beim anschließenden Spurwechsel wieder nach rechts rollt, divergiert der Absolutwert



des Rollwinkels  $\theta$  an der Schwellenwertlinie S im ersten Quadranten vorbei, was zum Seitenüberschlag führt.

**[0060]** In der Hystereselinie H8 konvergiert der Rollwinkel  $\theta$  vor Passieren der Schwellenwertlinie S zum Ursprung hin, und in diesem Fall kann das Fahrzeug nicht seitlich oder quer überschlagen.

**[0061]** Fig. 4 zeigt ein Beispiel eines Steuersystems zum Entfalten eines Luftvorhangs zum Rückhalten des Kopfs eines Insassen entlang einer Innenfläche eines Fahrzeuginnenraums beim Seitenüberschlag des Fahrzeugs.

**[0062]** Ein Inflator 13 zum Erzeugen von Hochdruckgas zum Entfalten des Luftvorhangs und ein Zündtransistor 14 sind seriell zwischen einer Batterie 11 und einer Massestelle 12 angeschlossen. Wenn der Zündtransistor 14 durch einen Befehl von einer elektronischen Steuereinheit U eingeschaltet wird, wird der Inflator 13 gezündet, um das Hochdruckgas zu erzeugen, und der mit dem Hochdruckgas versorgte Luftvorhang wird entlang der Innenfläche des Fahrzeugaums entfaltet. Zur Bestimmung, ob die Möglichkeit eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs vorhanden ist, werden ein Signal von einem Querschleunigungssensor 15 zum Erfassen einer Querschleunigung  $G_y$ , die eine Beschleunigung in Querrichtung der Fahrzeugkarosserie ist, und ein Signal von einem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor 16 zum Erfassen einer Rollwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeugs in die elektronische Steuereinheit U eingegeben.

**[0063]** Wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt, gibt der an der Fahrzeugkarosserie befestigte Querschleunigungssensor 15 ein Querschleunigungssignal  $G_y$  zu einem Zeitpunkt aus, zu dem ein Zündschalter eingeschaltet wird. Wenn der Zündschalter eingeschaltet wurde, ist das Fahrzeug in seinem Stoppzustand, und daher kann eine Querschleunigung auf Grund einer Zentrifugalkraft, die mit der Drehbewegung des Fahrzeugs erzeugt wird, nicht erfasst werden, und es wird nur eine Komponente einer Erdbeschleunigung  $G (= 1)$  in der Querrichtung der Fahrzeugkarosserie als Querschleunigung  $G_y$  erfasst. Daher kann der Anfangswert  $\theta_i$  vom Rollwinkel  $\theta$  des Fahrzeugs unter Verwendung der Querschleunigung  $G_y$  gemäß einer Gleichung  $\theta_i = \sin^{-1} G_y$  berechnet werden.

**[0064]** Wenn der Anfangswert  $\theta_i$  des Rollwinkels  $\theta$  des Fahrzeugs auf der Basis einer Ausgabe von dem Querschleunigungssensor 15 zum Zeitpunkt des Einschaltens des Zündschalters in obiger Weise berechnet worden ist, wird ein gegenwärtiger Rollwinkel  $\theta$  des Fahrzeugs durch Addieren eines Schwan-  
kungswerts in dem Rollwinkel  $\theta$  zu dem Anfangswert  $\theta_i$  berechnet. Insbesondere wird der Rollwinkel  $\theta$  des Fahrzeugs berechnet, indem ein Integralwert  $\int \omega dt$

einer Rollwinkelgeschwindigkeit, die von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor 16 ab dem Zeitpunkt des Einschaltens des Zündschalters als Schwan-  
kungswert im Rollwinkel  $\theta$  ausgegeben wird, zu dem Anfangswert  $\theta_i$  addiert wird.

**[0065]** Der Querschleunigungssensor 15 hat einen ihm zugeordneten Nachteil, dass er während des freien Falls des Fahrzeugs eine Querschleunigung  $G_y$  nicht erfassen kann, und eine Querschleunigung auf Grund der Zentrifugalkraft, die mit der Drehbewegung des Fahrzeugs als Querschleunigung  $G_y$ , die eine Komponente in Querrichtung der Fahrzeugkarosserie ist, nicht erkennen kann, wodurch er sie falsch erfasst. Jedoch kann der Rollwinkel  $\theta$  korrekt berechnet werden, wobei dieser Nachteil beseitigt wird, unter Verwendung der Querschleunigung  $G_y$ , die von dem Querschleunigungssensor 15 ausgegeben wird, nur für die Berechnung des Anfangswerts  $\theta_i$  des Rollwinkels  $\theta$  des Fahrzeugs zum Zeitpunkt des Einschaltens des Zündschalters, und unter Verwendung des Integralwerts  $\int \omega dt$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$ , die von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor 16 ausgegeben ist, um einen nachfolgenden Rollwinkel  $\theta$  des Fahrzeugs zu berechnen.

**[0066]** Eine Hystereselinie, die eine Ortskurve von Koordinatenpunkten ist, die durch den in obiger Weise berechneten Rollwinkel  $\theta$  des Fahrzeugs und die von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor ausgegebene Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  gebildet ist, ist in einem in Fig. 6 gezeigten Kennfeld beschrieben. Wenn die Hystereselinie die Schwellenwertlinie S, S von der dem Ursprung näheren Seite zu der vom Ursprung weiter entfernten Seite überquert hat, wird bestimmt, dass die Möglichkeit besteht, dass das Fahrzeug seitlich oder quer überschlägt, und der Zündtransistor 14 wird eingeschaltet, um den Inflator 16 für den Luftvorhang zu zünden.

**[0067]** Der oben beschriebene Vorgang wird weiter in Bezug auf die Fig. 6 und 7 beschrieben.

**[0068]** Zuerst werden in Schritt S1 eine Querschleunigung  $G_y$  und eine Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  gelesen, und in Schritt S2 werden Schwellenwertlinien S, S auf dem Kennfeld gemäß der Querschleunigung  $G_y$  bestimmt. Die Schwellenwertlinien S, S werden bestimmt, wenn ein kritischer Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  (der ein Schnittpunkt auf der Ordinatenachse des Kennfelds ist) und eine kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$ , die ein Schnittpunkt auf der Abszissenachse ist) bestimmt sind. Wenn in der vorliegenden Ausführung der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querschleunigung  $G_y$  begünstigt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  kleiner, wodurch die Schwellenwertlinien S, S in Richtung zum Ursprung hin bewegt werden. Wenn



der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querschleunigung  $G_y$  unterdrückt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  größer, wodurch die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  in Richtung von dem Ursprung weg bewegt werden. Somit ist es möglich, einen geeigneten Seitenüberschlagbereich und einen geeigneten Nicht-Seitenüberschlagbereich entsprechend der Querschleunigung  $G_y$  des Fahrzeugs zu bestimmen. Wenn sich die Schwellenwertlinie  $S$  in dem ersten Quadranten in Richtung von dem Ursprung weg bewegt, bewegt sich die Schwellenwertlinie  $S$  in dem dritten Quadranten in Richtung zu dem Ursprung hin, und wenn sich die Schwellenwertlinie  $S$  in dem ersten Quadranten in Richtung zu dem Ursprung hin bewegt, bewegt sich die Schwellenwertlinie  $S$  in dem dritten Quadranten in Richtung von dem Ursprung weg.

**[0069]** Wenn der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  und die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  bestimmt sind, wird eine Gleichung für die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  wie folgt angegeben (siehe **Fig. 3**):

$$\theta = -(\theta_{CRT}/\omega_{CRT}) \omega \pm \theta_{CRT}$$

**[0070]** Anschließend wird bestimmt, ob ein Koordinatenpunkt  $P$ , erzeugt durch einen gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und eine gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$ , in dem Seitenüberschlagbereich oder in dem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt. Insbesondere wird im Schritt S3 ein gegenwärtiger Wert der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  für  $\omega$  in die Gleichung für die Schwellenwertlinie  $S$  eingesetzt, um einen Bestimmungswert  $\theta_2$  zu berechnen. Der Bestimmungswert  $\theta_2$  ist ein  $\theta$ -Koordinatenpunkt, der ein Schnittpunkt  $Q$  zwischen einer geraden Linie  $\omega = \omega_1$  und der Schwellenwertlinie  $S$  ist. Im nachfolgenden Schritt S4 wird der Bestimmungswert  $\theta_2$  mit dem gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  verglichen. Wenn eine Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  vorliegt, wird in Schritt S5 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt  $P$ , der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Seitenüberschlagbereich liegt. Wenn die Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  nicht vorliegt, wird in Schritt S5 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt  $P$ , der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt. Ein Fall ( $|\theta_2| < |\theta_1|$ ), in dem der Koordinatenpunkt  $P$  in dem Seitenüberschlagbereich liegt, ist in **Fig. 6** gezeigt.

**[0071]** Wie in **Fig. 8** gezeigt, ist der Querschleunigungssensor **15** an einer Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie angebracht. Wenn der Querschleunigungssensor **15** an einer Position an einer Rollmitte CR einer Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie angeordnet wird, dann wird, auch wenn das Fahrzeug um die Rollmitte CR herum rollt, auf Grund

dieses Rollens keine Beschleunigung in der dem Querschleunigungssensor **15** entsprechenden Position erzeugt, und die von dem Querschleunigungssensor **15** ausgegebene Querschleunigung  $G_y$  kann nicht beeinflusst werden. Wenn, wie in dieser Ausführung, der Querschleunigungssensor **15** an der Mittelebene CP des Fahrzeugs angebracht ist, wird eine Beschleunigung, ausgedrückt durch  $r \times \omega^2$  (wobei  $r$  ein Abstand zwischen dem Querschleunigungssensor **15** und der Rollmitte CR ist und  $\omega$  eine Rollwinkelgeschwindigkeit ist) in radialer Richtung um die Rollmitte CR an der dem Querschleunigungssensor **15** entsprechenden Position erzeugt. Jedoch ist die Richtung dieser Beschleunigung eine Richtung entlang der Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie, und daher kann in einer Ausgabe aus dem Querschleunigungssensor **15** zum Erfassen der Querschleunigung  $G_y$  orthogonal zur Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie kein Fehler entstehen.

**[0072]** Wenn andererseits zum Beispiel der Querschleunigungssensor **15** an einer Stelle angebracht wird, die weit von der Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie entfernt ist, wie in **Fig. 8** mit der Bezugszahl **15a** gezeigt, weist eine horizontale Komponente der erzeugten Beschleunigung  $r \times \omega^2$  immer nach rechts, unabhängig von der Richtung der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Aus diesem Grund besteht die Möglichkeit, dass ein der horizontalen Komponente der Beschleunigung  $r \times \omega^2$  entsprechender Fehler in der Ausgabe aus dem Querschleunigungssensor **15** erzeugt wird, wodurch die Möglichkeit des Seitenüberschlags nicht richtig bestimmt werden kann.

**[0073]** Wenn das Fahrzeug mit einem zunehmenden Rollwinkel  $\theta$  um einen Kontaktpunkt  $p$  eines linken oder rechten Rads mit dem Boden rollt, wie in den **Fig. 9A** und **9B** gezeigt, ändert sich der Abstand und die Richtung von dem Kontaktpunkt  $p$  des Rads zum Querschleunigungssensor **15** in Abhängigkeit davon, ob der Kontaktpunkt  $p$  des Rads als Rollmitte links oder rechts liegt. Auch wenn ein Zustand der Rollbewegung des Fahrzeugs in den **Fig. 9A** und **9B** seitensymmetrisch ist, ändert sich aus diesem Grund die Größe und Richtung der Beschleunigung  $r \times \omega^2$  in jedem Fall, und das Ungleichgewicht der Ausgabe von dem Querschleunigungssensor **15** in Abhängigkeit von der Rollrichtung nimmt weiter zu.

**[0074]** In der vorliegenden Ausführung ist jedoch der Querschleunigungssensor **15** an der Mittelebene CP der Fahrzeugkarosserie angebracht, und auch wenn daher der Kontaktpunkt  $p$  eines der linken und rechten Räder die Rollmitte ist, wird ein gleichmäßiger Fehler in der Ausgabe aus dem Querschleunigungssensor **15** erzeugt, wodurch kein Ungleichgewicht erzeugt werden kann und daher eine Genauigkeitsabnahme der Bestimmung einer Möglichkeit von Seitenüberschlag auf das Minimum ge-

senkt werden kann.

**[0075]** Eine zweite Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nun in Bezug auf die Fig. 10 bis 13B beschrieben.

**[0076]** Fig. 10 zeigt ein Beispiel eines Steuersystems für den Betrieb eines bekannten Sicherheitsgurtstraffers 11 und eines bekannten Luftvorhangs 12 als Insassenrückhaltemittel bei Seitenüberschlag des Fahrzeugs. Der Sicherheitsgurtstraffer 11 dient zum Erhöhen der Spannung des Bands eines Sicherheitsgurts, um einen Insassen zu schützen, und der Luftvorhang 12 dient dazu, einen vorhangförmigen Airbag entlang einer Innenfläche eines Türfensters zu entfalten, um den Kopf eines Insassen zu schützen.

**[0077]** Um zu bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, werden die folgenden Signale in eine elektronische Steuereinheit U eingegeben: ein Signal von dem Querschleunigungssensor 15 zum Erfassen einer Querschleunigung  $G_y$ , die eine Beschleunigung in Querrichtung der Fahrzeugkarosserie ist; und ein Signal von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor 16 zum Erfassen einer Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs. Die elektronische Steuereinheit U bestimmt, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, auf der Basis des oben beschriebenen Kennfelds, das unter Verwendung einer Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  und eines Rollwinkels  $\theta$  des Fahrzeugs als Parameter, berechnet aus der Querschleunigung  $G_y$  und der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$ , aufgestellt ist, und steuert den Betrieb des Sicherheitsgurtstraffers 11 und des Luftvorhangs 12 auf der Basis eines Werts der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  zu dieser Zeit.

**[0078]** Wie in Fig. 12 gezeigt, ist die Schwellenwertlinie S in einen Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich S1 und einen Luftvorhang-Betriebsbereich S2 unterteilt. Der Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich S1 ist ein Bereich, wo der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  kleiner als ein Schwellenwert  $\omega_s$  ist, und in diesem Bereich das Fahrzeug langsam seitlich überschlägt, weil die seitliche Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  kleiner ist. Andererseits ist der Luftvorhang-Betriebsbereich S2 in einem Bereich, wo der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  gleich oder größer als der Schwellenwert  $\omega_s$  ist, und in diesem Bereich das Fahrzeug schnell überschlägt, weil die seitliche Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  größer ist. Wenn eine Hystereselinie für das Fahrzeug den Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich S1 von einem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu einem Seitenüberschlagbereich überquert hat, wird nur der Sicherheitsgurtstraffer 11 betätigt, und der Luftvorhang 12 wird nicht betätigt. Wenn die Hystereselinie für das Fahrzeug den Luftvorhangbetriebsbereich S2 von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenü-

berschlagbereich überquert hat, werden sowohl der Sicherheitsgurtstraffer 11 als auch der Luftvorhang 12 betätigt.

**[0079]** Ob der Luftvorhang 12 betätigt wird oder nicht, ist nur davon abhängig, ob die Hystereselinie den Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich S1 oder den Luftvorhang-Betriebsbereich S2 überquert, und wird nicht durch das Verhalten der Hystereselinie nach dem Überqueren einer dieser Bereiche beeinflusst. Beispielsweise im Falle einer Hystereselinie, die in Fig. 12 mit H9 bezeichnet ist, quert diese Hystereselinie H9 zuerst den Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich S1 und Punkt g, und daher wird der Sicherheitsgurtstraffer betätigt. Danach nimmt, auf Grund zunehmender Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$ , die Hystereselinie H2 am Punkt g den Schwellenwert  $\omega_s$  oder mehr ein, wobei aber in diesem Fall der Luftvorhang 12 nicht betätigt wird.

**[0080]** Der oben beschriebene Vorgang wird weiter anhand der Fig. 6 und 11 beschrieben.

**[0081]** Zuerst werden in Schritt S1 eine Querschleunigung  $G_y$  und eine Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  gelesen, und in Schritt S2 werden die Schwellenwertlinie S, S auf dem Kennfeld entsprechend der Querschleunigung  $G_y$  bestimmt. Die Schwellenwertlinien S, S werden bestimmt, wenn ein kritischer Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  (der einen Schnittpunkt auf der Ordinatenachse des Kennfelds ist) und eine kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  (die ein Schnittpunkt auf der Abszissenachse ist) bestimmt sind. Wenn in der vorliegenden Ausführung der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querschleunigung  $G_y$  begünstigt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  kleiner, wodurch die Schwellenwertlinien S, S in Richtung zum Ursprung hin bewegt werden.

**[0082]** Wenn der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querschleunigung  $G_y$  unterdrückt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  größer, wodurch die Schwellenwertlinien S, S in Richtung vom Ursprung weg bewegt werden. Somit ist es möglich, einen geeigneten Seitenüberschlagbereich und einen geeigneten Nicht-Seitenüberschlagbereich entsprechend der Querschleunigung  $G_y$  des Fahrzeugs zu bestimmen.

**[0083]** Anschließend wird bestimmt, ob ein Koordinatenpunkt P, der durch einen gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und eine gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  erzeugt wird, in dem Seitenüberschlagbereich oder dem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt. Insbesondere wird in Schritt S3 ein gegenwärtiger Wert der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  für  $\omega$  in die Gleichung für die Schwellenwertlinie S einge-

setzt, um einen Bestimmungswert  $\theta_2$  zu berechnen. Der Bestimmungswert  $\theta_2$  ist ein  $\theta$ -Koordinatenpunkt, der ein Schnittpunkt Q zwischen einer geraden Linie  $\omega = \omega_1$  und der Schwellenwertlinie S ist. In dem anschließenden Schritt S4 wird der Bestimmungswert  $\theta_2$  mit dem gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  verglichen. Wenn eine Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  vorliegt, wird in Schritt S5 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt P, der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Seitenüberschlagbereich liegt. Ein Fall ( $|\theta_2| < |\theta_1|$ ), in dem der Koordinatenpunkt P in dem Seitenüberschlagbereich liegt, ist in Fig. 6 gezeigt.

**[0084]** Wenn in Schritt 6 der Absolutwert  $|\omega|$  in der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  zu einem Zeitpunkt, zu dem die Hystereselinie die Schwellenwertlinien S, S überquert, gleich oder größer als ein Schwellenwert  $\omega_s$  ist, wird in Schritt S7 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt p in dem Luftvorhang-Betriebsbereich liegt, wodurch sowohl der Sicherheitsgurtstraffer 11 als auch der Luftvorhang 12 betätigt werden. Wenn in Schritt S6 der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  zu einem Zeitpunkt, zu dem die Hystereselinie die Schwellenwertlinien S, S überquert, kleiner als der Schwellenwert  $\omega_s$  ist, wird in Schritt S8 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt p in dem Luftvorhang-Nichtbetriebsbereich liegt, wodurch nur der Sicherheitsgurtstraffer 11 betätigt wird und der Luftvorhang 12 nicht betätigt wird.

**[0085]** Wenn in Schritt S4 die Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  nicht vorliegt, wird in Schritt S9 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt P, der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt, wodurch weder der Sicherheitsgurtstraffer 11 noch der Luftvorhang 12 nicht betätigt werden.

**[0086]** Wenn das Fahrzeug langsam seitlich überschlägt, weil der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  kleiner ist, wie in Fig. 13A gezeigt, bewegt sich ein Insasse durch die Schwerkraft zum Türfenster hin. Aus diesem Grund besteht, wenn der Luftvorhang 12 entfaltet wird, die Möglichkeit, dass sich der Luftvorhang 12 mit dem Insassen stört. Jedoch kann dieses Problem überwunden werden, indem der Luftvorhang 12 außer Betrieb gelassen wird. Das zu dieser Zeit betätigte Insassenrückhaltemittel ist nur der Sicherheitsgurtstraffer 11, wobei aber eine ausreichende Rückhaltekraft nur durch den Sicherheitsgurtstraffer 11 sichergestellt werden kann, weil das Fahrzeug nur langsam seitlich überschlägt.

**[0087]** Wenn das Fahrzeug schnell seitlich überschlägt, weil der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  größer ist, wie in Fig. 13B gezeigt, bleibt der Insasse durch Trägheitswirkung in der ursprünglichen Position, und daher nimmt der Abstand

zwischen dem Insassen und dem Türfenster vorübergehend zu. Auch wenn daher der Luftvorhang 12 entfaltet wird, besteht keine Möglichkeit, dass sich der Luftvorhang 12 mit dem Insassen stört, und eine Rückhaltekraft, die ausreicht, um dem schnellen zeitlichen Überschlag zu widerstehen, kann durch die Betätigung sowohl des Luftvorhangs 12 als auch des Sicherheitsgurtstraffers 11 sichergestellt werden.

**[0088]** Eine dritte Ausführung der vorliegenden Erfindung wird nun anhand der Fig. 14 bis 17B beschrieben.

**[0089]** Fig. 14 zeigt ein Beispiel eines Steuersystems zum Entfalten eines Luftvorhangs 12 zum Schützen des Kopfs eines Insassen entlang einer Innenfläche eines Fahrzeugraums beim Seitenüberschlag eines Fahrzeugs.

**[0090]** Um zu bestimmen, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und um zu bestimmen, ob der Betrieb des Luftvorhangs 12 geeignet ist oder nicht, werden die folgenden Signale in die elektronische Steuereinheit U eingegeben. Ein Signal von einem Querschleunigungssensor 15 zum Erfassen einer Querschleunigung Gy, die eine Beschleunigung in Querrichtung der Fahrzeugkarosserie ist; ein Signal von einem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor 16 zum Erfassen einer Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs; und ein Signal von einem Insassenpositionssensor 17 zum Erfassen einer Seitenposition des Kopfs eines Insassen in dem Fahrzeugraum (insbesondere ein seitlicher Abstand D zwischen dem Kopf des Insassen und einer Innenfläche einer Seite des Fahrzeugs, wie etwa einer Dachverkleidung, eines Türfensters oder dergleichen). Der Insassenpositionssensor 17 umfasst eine Infrarotsensor- oder eine Fernsehkamera.

**[0091]** Wenn das Fahrzeug langsam seitlich überschlägt, weil der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  kleiner ist, wie in Fig. 17A gezeigt, bewegt sich der Insasse zu der Innenfläche der Seiten der Fahrzeugkarosserie, und infolgedessen wird der Abstand D kleiner. Wenn das Fahrzeug schnell seitlich überschlägt, weil der Absolutwert  $|\omega|$  der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  größer ist, wie in Fig. 17B gezeigt, verbleibt der Insasse unter der Trägheitswirkung in ursprünglicher Position, und daher wird der Abstand D vorübergehend größer. Wenn daher der Fahrer eine Fahrbetätigung zum seitlichen Betätigen des Lenkrads durchgeführt hat, wie etwa einen doppelten Spurwechsel, ändert sich der Abstand D zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie im Verlauf der Zeit.

**[0092]** Für das Vorstehende wird einerseits die Möglichkeit eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs einerseits auf Basis des Rollwinkels  $\theta$  und der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs bestimmt,

und andererseits wird der Abstand  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie auf der Basis der Ausgabe von dem Insassenpositionssensor 17 bestimmt. Wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit eines Seitenüberschlags besteht, und der Abstand  $D$  gleich oder größer als ein vorbestimmter Schwellenwert  $D_{min}$  ist, wird der Betrieb des Luftvorhangs zugelassen.

**[0093]** Der oben beschriebene Vorgang wird weiter anhand der Fig. 6 und 15 beschrieben.

**[0094]** Zuerst werden im Schritt S1 eine Querbesehleunigung  $G_y$  und eine Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  gelesen, und in Schritt S2 werden die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  auf dem Kennfeld entsprechend der Querbesehleunigung  $G_y$  bestimmt. Die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  werden bestimmt, wenn ein kritischer Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  (der ein Schnittpunkt auf der Ordinatenachse des Kennfelds ist), und eine kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  (die ein Schnittpunkt auf der Abszissenachse ist) bestimmt sind. Wenn in der vorliegenden Ausführung der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querbesehleunigung  $G_y$  begünstigt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  kleiner, wodurch die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  in Richtung zum Ursprung hin bewegt werden.

**[0095]** Wenn der Seitenüberschlag des Fahrzeugs durch die Querbesehleunigung  $G_y$  unterdrückt wird, werden sowohl der kritische Rollwinkel  $\theta_{CRT}$  als auch die kritische Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_{CRT}$  größer, wodurch die Schwellenwertlinien  $S$ ,  $S$  in Richtung von dem Ursprung weg bewegt werden. Somit lässt sich ein geeigneter Seitenüberschlagbereich und ein geeigneter Nicht-Seitenüberschlagbereich gemäß der Querbesehleunigung  $G_y$  des Fahrzeugs bestimmen.

**[0096]** Anschließend wird bestimmt, ob ein Koordinatenpunkt  $P$ , der durch einen gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und eine gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Seitenüberschlagbereich oder dem Nicht-Seitenüberschlagbereich liegt. Insbesondere wird in Schritt S3 ein gegenwärtiger Wert der Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  für  $\omega$  in die Gleichung die Schwellenwertlinie  $S$  zur Berechnung eines Bestimmungswerts  $\theta_2$  eingesetzt. Der Bestimmungswert  $\theta_2$  ist ein  $\theta$ -Koordinatenpunkt, der einen Schnittpunkt  $Q$  zwischen einer geraden Linie  $\omega = \omega_1$  und der Schwellenwertlinie  $S$  ist. Im nachfolgenden Schritt S4 wird der Bestimmungswert  $\theta_2$  mit dem gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  verglichen. Wenn eine Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  vorliegt, wird in Schritt S5 bestimmt, dass der Koordinatenpunkt  $P$ , der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Seitenüberschlagbereich liegt. Falls  $(|\theta| < |\theta_1|)$ , wo

der Koordinatenpunkt  $P$  in dem Seitenüberschlagbereich liegt, ist in Fig. 6 gezeigt.

**[0097]** Im nachfolgenden Schritt S6 wird ein Seitenabstand  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie, wie etwa der Dachverkleidung oder einem Türfenster, aus der vom Insassenpositionssensor 17 erfassten Seitenposition des Kopfs des Insassen berechnet und wird mit dem vorbestimmten Schwellenwert  $D_{min}$  verglichen. Der Schwellenwert  $D_{min}$  wird auf einen minimalen Abstand gesetzt, der sicherstellt, dass sich der Luftvorhang 12 nicht mit dem Kopf des Insassen stört, auch wenn der Luftvorhang 12 entfaltet wird.

**[0098]** Wenn somit in Schritt S5 der Koordinatenpunkt  $P$ , der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, in dem Seitenüberschlagbereich liegt und in Schritt S6 der Abstand  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie gleich oder größer als der Schwellenwert  $D_{min}$  ist, wird in Schritt S7 der Luftvorhang 12 entfaltet, um den Kopf des Insassen beim Seitenüberschlag des Fahrzeugs zurückzuhalten. Wenn andererseits in Schritt S4 die Beziehung  $|\theta_2| < |\theta_1|$  in Schritt S4 nicht vorliegt, wird bestimmt, dass der Koordinatenpunkt  $P$ , der durch den gegenwärtigen Rollwinkel  $\theta_1$  und die gegenwärtige Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega_1$  gebildet ist, ein Nicht-Seitenüberschlagbereich ist, wodurch der Luftvorhang 12 nicht betätigt wird. Auch wenn in Schritt S5 bestimmt wird, dass der Koordinatenpunkt  $P$  in dem Seitenüberschlagbereich liegt und wenn der Abstand  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seiten der Fahrzeugkarosserie kleiner als der Stellenwert  $D_{min}$  ist, wird der Luftvorhang 12 nicht betätigt und wird die Störung des Luftvorhangs 12 mit dem Kopf des Insassen vermieden.

**[0099]** Fig. 16 zeigt ein besonderes Beispiel einer Änderung des Abstands  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie im Verlauf der Zeit.

**[0100]** Wenn die Hystereselinie zum Zeitpunkt  $t_1$  in den Seitenüberschlagbereich eintritt, wodurch bestimmt wird, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, wird die Entfaltung des Luftvorhangs 12 gehemmt, um die Störung des Luftvorhangs 12 mit dem Kopf des Insassens zu vermeiden, weil der Abstand  $D$  zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie kleiner als der Schwellenwert  $D_{min}$  ist. Wenn danach der Abstand  $D$  größer wird und zum Zeitpunkt  $t_2$  den Schwellenwert  $D_{min}$  oder mehr einnimmt, wird das Entfalten des Luftvorhangs 12 zugelassen. Wenn der Abstand  $D$  abnimmt, so dass er zum Zeitpunkt  $t_2$  kleiner als der Schwellenwert  $D_{min}$

wird, wird die Entfaltung des Luftvorhangs 12 wieder gehemmt. Daher ist im in Fig. 16 gezeigten Beispiel ein Bereich T1 von dem Zeitpunkt t2 bis zu dem Zeitpunkt t3 eine Zeitperiode, in der das Entfalten des Luftvorhangs 12 zugelassen ist, und zum Zeitpunkt t2, der am Beginn des Bereichs T1 liegt, ist die Hystereselinie bereits in den Seitenüberschlagbereich eingetreten, und daher wird der Luftvorhang 12 zum Zeitpunkt t2 tatsächlich entfaltet.

**[0101]** Anzumerken ist, dass dann, wenn die Hystereselinie in den Seitenüberschlagbereich in der Mitte des Bereichs T1 eintritt, der Luftvorhang 12 zu diesem Zeitpunkt entfaltet wird.

**[0102]** Eine vierte Ausführung der vorliegenden Erfindung wird anhand von Fig. 18 beschrieben.

**[0103]** In der dritten Ausführung wird bestimmt, ob das Entfalten des Luftvorhangs 12 zugelassen ist oder nicht, auf der Basis des Abstands D zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie, wobei aber in der vierten Ausführung bestimmt wird, ob das Entfalten des Luftvorhangs 12 zugelassen ist oder nicht, auf der Basis einer relativen Seitengeschwindigkeit V zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie.

**[0104]** In Fig. 18 bezeichnet die durchgehende Linie eine Bewegungsgeschwindigkeit der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie in Auswärtsrichtung der Fahrzeugkarosserie, und die unterbrochene Linie bezeichnet eine Bewegungsgeschwindigkeit des Kopfs des Insassen in Auswärtsrichtung der Fahrzeugkarosserie. Daher hat in den Bereichen T1, T2 und T3, in denen die durchgehende Linie über der unterbrochenen Linie liegt, der Kopf des Insassen eine Relativgeschwindigkeit V in Richtung von der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie weg. Wenn das Entfalten des Luftvorhangs 12 in einem der Bereiche T1, T2 und T3 zugelassen ist, in denen der Kopf des Insassen von der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie weg bewegt wird, ist es möglich, eine Störung des Luftvorhangs 12 mit dem Kopf des Insassen zu vermeiden. In der in Fig. 18 gezeigten vierten Ausführung tritt die Hystereselinie zum Zeitpunkt T1, der in dem Bereich T1 enthalten ist, in den Seitenüberschlagbereich ein, und daher wird zu diesem Zeitpunkt der Luftvorhang 12 entfaltet. Wenn die Hysterese in den Seitenüberschlagbereich zu einem Zeitpunkt zwischen die Bereiche T1 und T2 eintritt, wird der Luftvorhang 12 gleichzeitig mit dem Beginn des Bereichs T2 entfaltet.

**[0105]** Die Relativgeschwindigkeit V zwischen dem Kopf des Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie kann durch Zeitdifferenzierung der vom Insassenpositionssensor erfassten Position des Kopfs des Insassen errechnet werden.

**[0106]** Obwohl die Ausführungen der vorliegenden Erfindung im Detail beschrieben wurden, versteht es sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungen beschränkt ist und verschiedene konstruktiven Modifikationen darin erfolgen können, ohne vom Geist und Umfang der Erfindung abzuweichen, der in den beigefügten Ansprüche definiert ist.

**[0107]** Beispielsweise wird in der ersten Ausführung die Bestimmung des Vorhandenseins oder Fehlens der Möglichkeit eines Seitenüberschlags des Fahrzeugs auf die Steuerung der Entfaltung des Luftvorhangs angewendet, kann jedoch auch in einer anderen Anwendung benutzt werden, wie etwa der Steuerung des Entfaltens eines Seitenairbags oder der Steuerung des Ausfahrens eines eingefahrenen Überrollbügels.

**[0108]** Das Insassenrückhaltemittel nach dem zweiten Aspekt und Merkmal der vorliegenden Erfindung ist nicht auf den Sicherheitsgurtraffer und den Luftvorhang 12 beschränkt, sondern umfasst auch eine Airbagvorrichtung, die in einem Lenkrad, einer Armaturentafel, einem Sitz oder dergleichen angebracht ist; eine Luftgurtvorrichtung, in der ein Band eines Sicherheitsgurts aufgeweitet wird, und dergleichen. Ein sogenannter aufpumpbarer Schlauch, ausgelegt zum Entfalten eines zylindrischen Sacks entlang einer Innenfläche eines Türfensters, ist in dem Luftvorhang eingeschlossen, der in dem dritten Aspekt und Merkmal der vorliegenden Erfindung beschrieben ist.

**[0109]** Das Insassenrückhaltemittel, das in jedem der vierten bis sechsten Aspekte und Merkmale der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, ist nicht auf den Luftvorhang 12 beschränkt, und schließt einen sogenannten aufpumpbaren Schlauch ein, ausgelegt, um einen zylindrischen Sack entlang einer Innenfläche eines Türfensters zu entfalten. Zusätzlich kann die Zeitgebung des Entfaltens des Luftvorhangs 12 im Hinblick auf sowohl den Abstand D zwischen dem Insassen als auch die Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie und die Relativgeschwindigkeit V zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie gesteuert werden.

**[0110]** Auch kann ein Anfangswert  $\theta_i$  des Rollwinkels  $\theta$  des Fahrzeugs gemäß  $\theta_i = \cos^{-1} G_z$  berechnet werden, unter Verwendung einer Vertikalkomponente  $G_z$ , die eine Komponente der Erdbeschleunigung G in vertikaler Richtung der Fahrzeugkarosserie ist.

**[0111]** Ein Verfahren zur Bestimmung von Seitenüberschlag eines Fahrzeugs beinhaltet, auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels  $\theta$  und einer Rollwinkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Fahrzeugs aufgestellt ist, eine Schwellenwertlinie S zu legen, die einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von ein dem Ur-

sprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt. Wenn eine Hystereselinie für tatsächliche Rollwinkel und tatsächliche Rollwinkelgeschwindigkeiten des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenüberschlagbereich überquert, wird bestimmt, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und dementsprechend kann ein Insassenschutzsystem entfaltet werden. Um die Genauigkeit sicherzustellen, ist auch ein Querbeschleunigungssensor zum Erfassen einer Querbeschleunigung zum Legen der Schwellenwertlinie S an einer Mittelebene einer Fahrzeugkarosserie angeordnet.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Seitenüberschlags eines Fahrzeugs unter Verwendung eines Rollwinkelgeschwindigkeitssensors (16) und eines an einer Mittelebene (CP) der Fahrzeugkarosserie angeordneten Querbeschleunigungssensors (15), das die Schritte umfasst:

Legen einer Schwellenwertlinie (S) auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels ( $\theta$ ) und einer Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) des Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, wobei die Schwellenwertlinie (S) einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von einem dem Ursprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt;

Bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, wenn eine Hystereselinie (H1-H7) für von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor (16) erfasste Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) und aus den Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) errechnete Rollwinkel ( $\theta$ ) des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie (S) von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenüberschlagbereich überquert, wobei die Schwellenwertlinie (S) gemäß der von dem Querbeschleunigungssensor (15) erfassten Querbeschleunigung (GY) in Richtung zu dem Ursprung hin oder von dem Ursprung weg bewegt wird.

2. Verfahren zur Bestimmung des Seitenüberschlags eines Fahrzeugs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es den weiteren Schritt umfasst: selektives Betätigen einer Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln (11, 12) des Fahrzeugs auf der Basis einer Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ), wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

3. Verfahren zur Bestimmung des Seitenüberschlags eines Fahrzeugs nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es den weiteren Schritt umfasst: Steuern der Entfaltungszeitgebung des Insassenrückhaltemittels (11, 12) des Fahrzeugs auf der Basis eines Zustands des Insassen im Fahrzeugraum relativ zu einer Querrichtung einer Fahrzeugkarosserie, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit

des Seitenüberschlags des Fahrzeugs besteht.

4. Insassenschutzsystem mit einer Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln (11, 12), einem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor (16) und einem an der Mittelebene (CP) des Fahrzeugs angeordneten Querbeschleunigungssensor (15), worin auf ein zweidimensionales Kennfeld, das unter Verwendung eines Rollwinkels ( $\theta$ ) und einer Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) eines Fahrzeugs als Parameter aufgestellt ist, eine Schwellenwertlinie (S) gelegt ist, die einen vom Ursprung weiter entfernten Seitenüberschlagbereich von einem dem Ursprung näheren Nicht-Seitenüberschlagbereich trennt, worin das System bestimmt, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht und die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln (11, 12) betätigt, wenn eine Hystereselinie (H1-H7) für von dem Rollwinkelgeschwindigkeitssensor (16) erfasste Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) und aus den Rollwinkelgeschwindigkeiten ( $\omega$ ) errechnete Rollwinkel ( $\theta$ ) des Fahrzeugs die Schwellenwertlinie (S) von dem Nicht-Seitenüberschlagbereich zu dem Seitenüberschlagbereich überquert, worin das System die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln (11, 12) auf der Basis einer Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) selektiv betätigt, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und worin das System die Schwellenwertlinie (S) gemäß der von dem Querbeschleunigungssensor (15) erfassten Querbeschleunigung (GY) in Richtung zu dem Ursprung hin oder von dem Ursprung weg bewegt.

5. Insassenschutzsystem nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein Steuermittel zum Bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und zum selektiven Betätigen der Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln (11, 12) auf der Basis der Rollwinkelgeschwindigkeit, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

6. Insassenschutzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrzahl von Insassenrückhaltemitteln ein Sicherheitsgurtstraffer (11) und ein Luftvorhang (12) sind, und dass in einem Zustand, in dem die Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) kleiner ist, nur der Sicherheitsgurtstraffer (11) betätigt wird, und in einem Zustand, in dem die Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) größer ist, sowohl der Sicherheitsgurtstraffer (11) als auch der Luftvorhang (12) betätigt werden.

7. Insassenschutzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollwinkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) kleiner ist, wenn deren Wert < ein vorbestimmter Schwellenwert ist, und größer ist, wenn deren Wert  $\geq$  der vorbestimmte Schwellenwert ist.

8. Insassenschutzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass es die Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels (11, 12) auf der Basis eines beim Seitenüberschlag des Fahrzeugs auftretenden Zustands des Insassen innerhalb eines Fahrzeugraums relativ zur Querrichtung einer Fahrzeugkarosserie steuert.

9. Insassenschutzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand des Insassen ein Abstand zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie oder/und eine Relativgeschwindigkeit zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie ist.

10. Insassenschutzsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand des Insassen der Abstand zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie ist, und dass das Insassenrückhaltemittel (11, 12) nicht entfaltet wird, solange nicht der Abstand zumindest einen vorbestimmten Wert hat, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit des Seitenüberschlags des Fahrzeugs besteht.

11. Insassenschutzsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Zustand des Insassen die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Insassen und der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie ist, und dass das Insassenrückhaltemittel (11, 12) nicht entfaltet wird, solange sich der Insasse von der Innenfläche der Seite der Fahrzeugkarosserie relativ nicht weg bewegt, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

12. Insassenschutzsystem nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch ein Mittel zum Erfassen des Zustands des Insassen im Fahrzeuginnenraum relativ zur Querrichtung einer Fahrzeugkarosserie sowie ein Steuermittel zum Bestimmen, dass eine Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht, und zum Steuern der Zeitgebung des Entfaltens des Insassenrückhaltemittels (11, 12) auf der Basis des Zustands des Insassen im Fahrzeuginnenraum relativ zur Querrichtung einer Fahrzeugkarosserie, wenn bestimmt wird, dass die Möglichkeit von Seitenüberschlag des Fahrzeugs besteht.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen



FIG.1

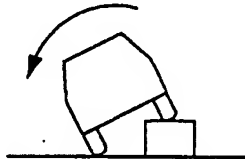
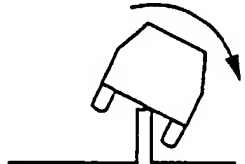
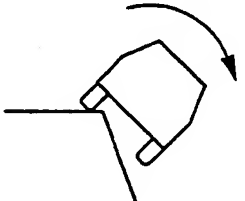
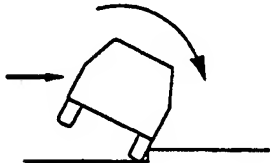
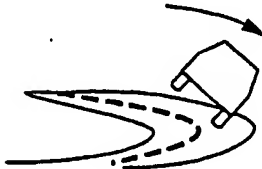
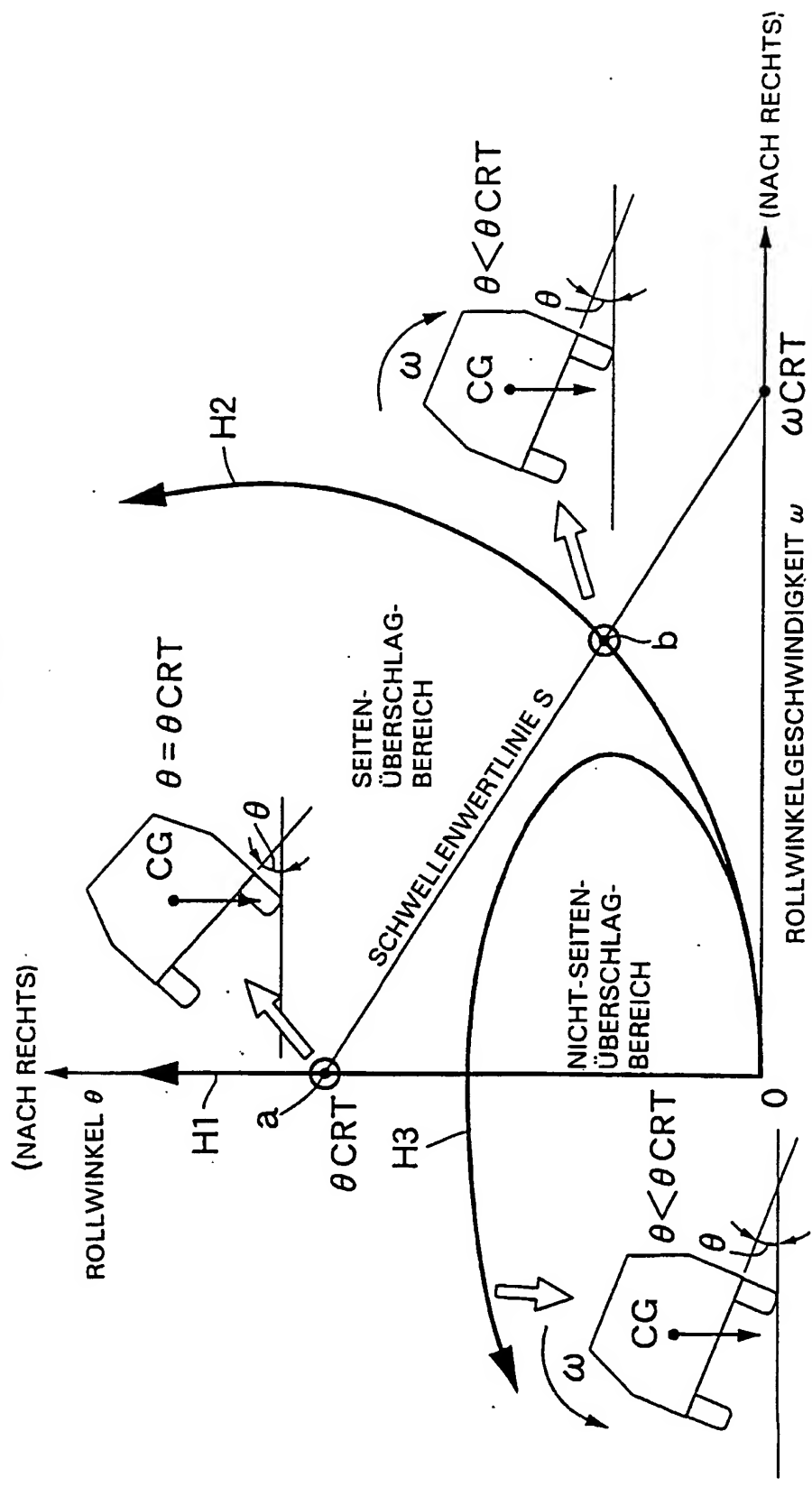
NAME	BILD	KLASSIFIKATION
UM-KIPPEN		EINFACHE ROLLE
UM-HEBEN		EINFACHE ROLLE
UM-FALLEN		EINFACHE RÖLLE
UM-GLEITEN		EINFACHE ROLLE + SEITENRUTSCH- GESCHWINDIGKEIT
UM-DREHEN		DIVERGENZ

FIG.2



**FIG. 3**

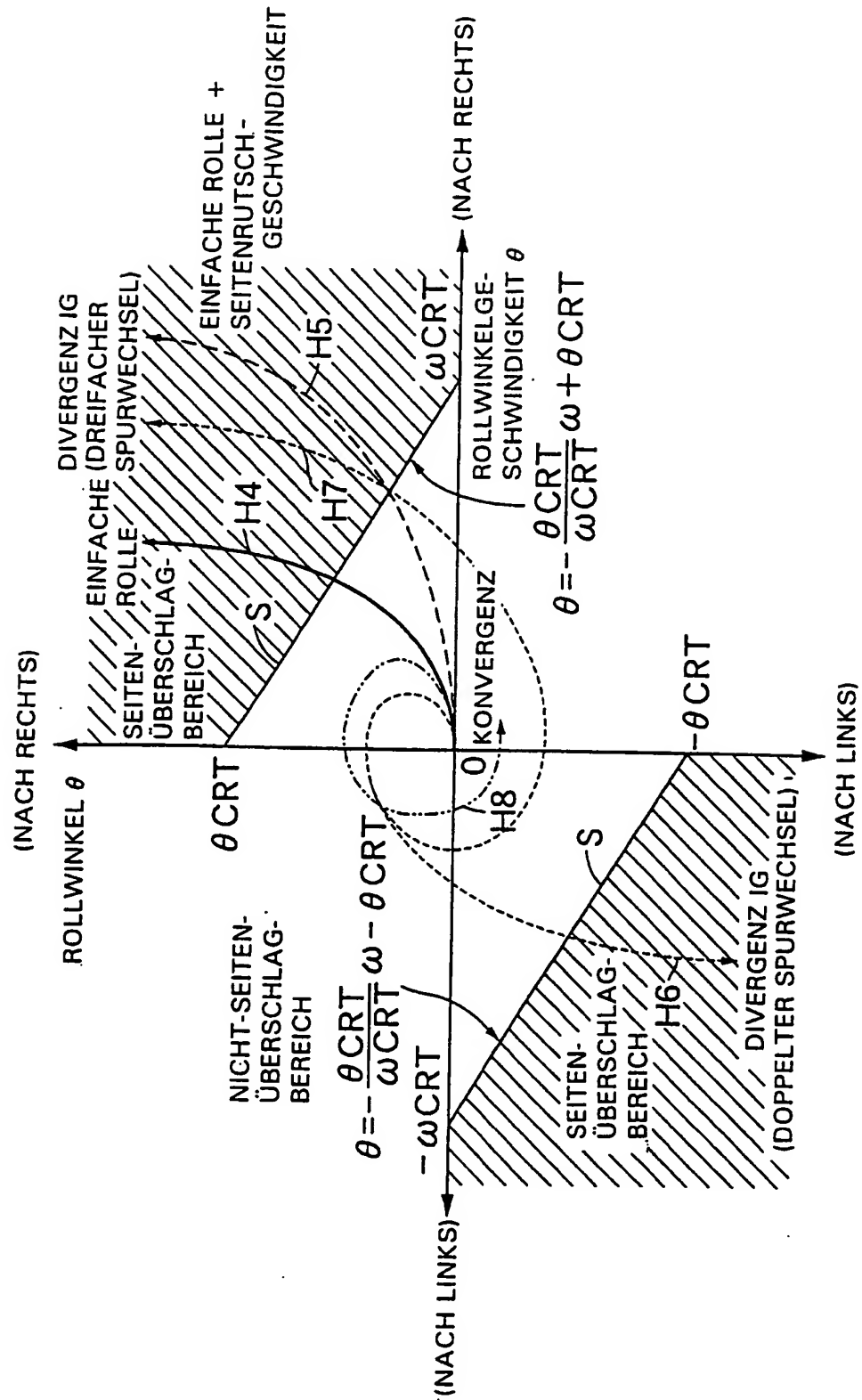


FIG.4

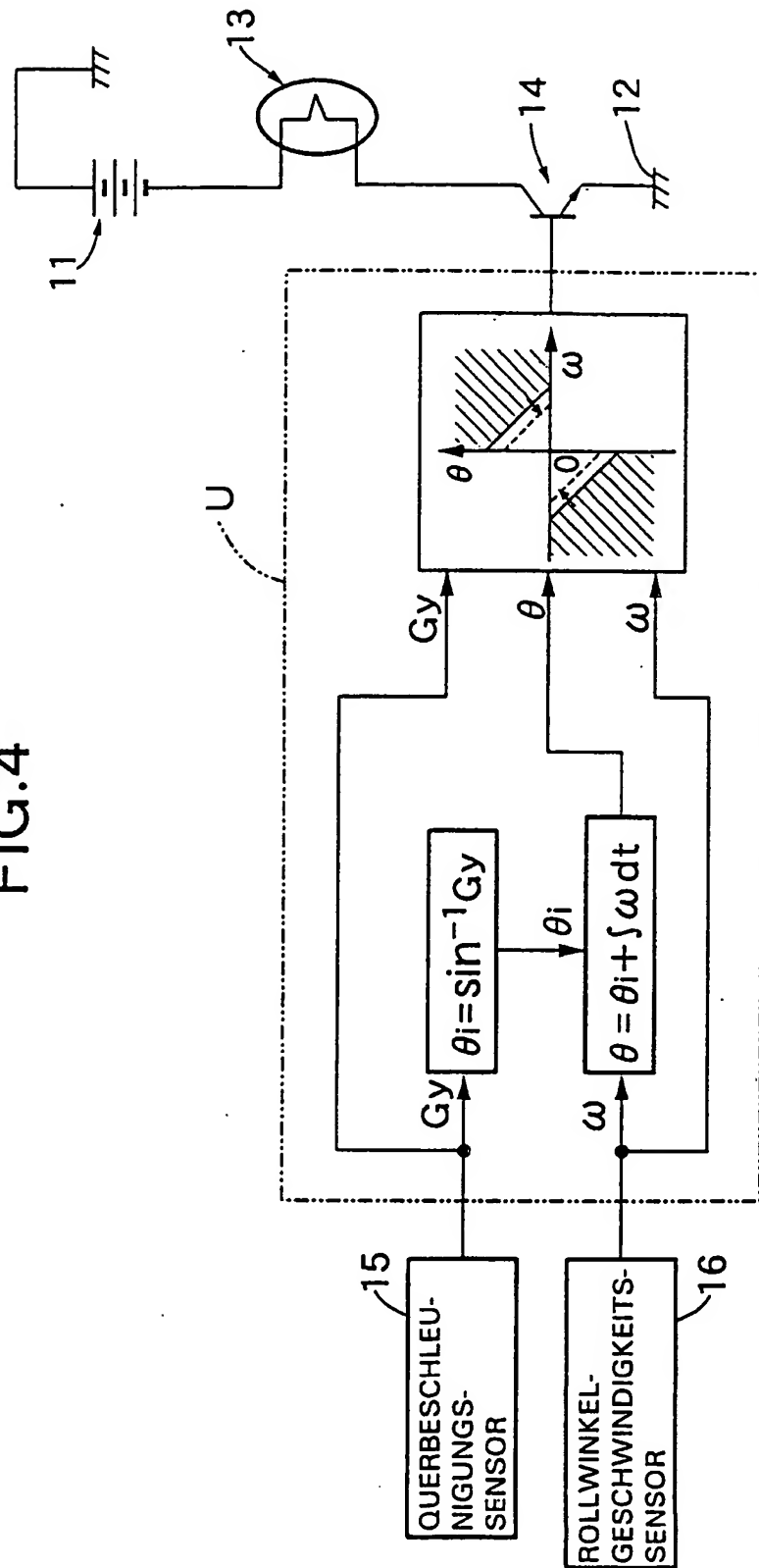


FIG.5

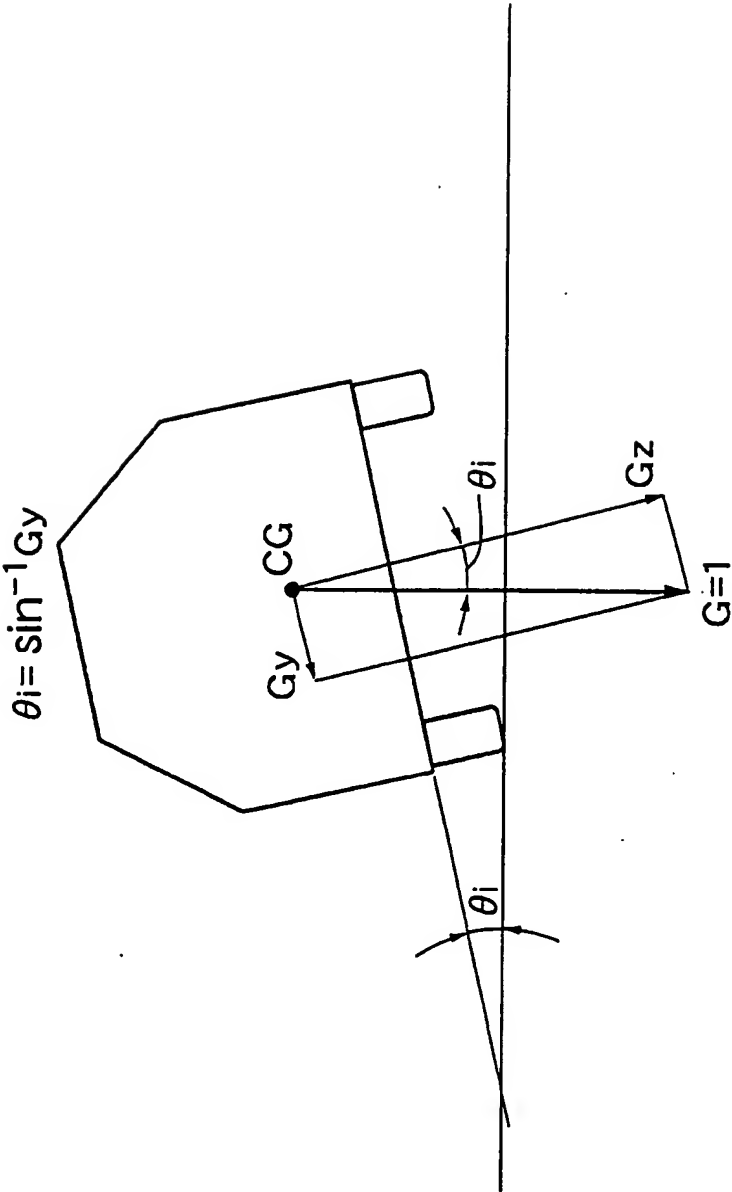


FIG.6

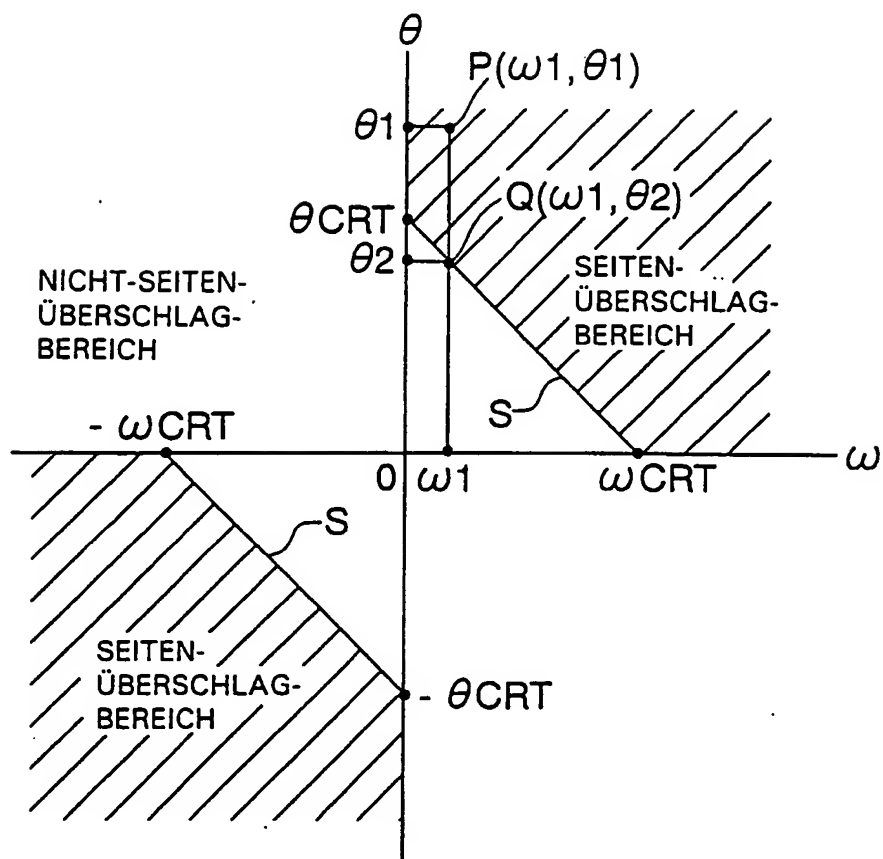


FIG.7

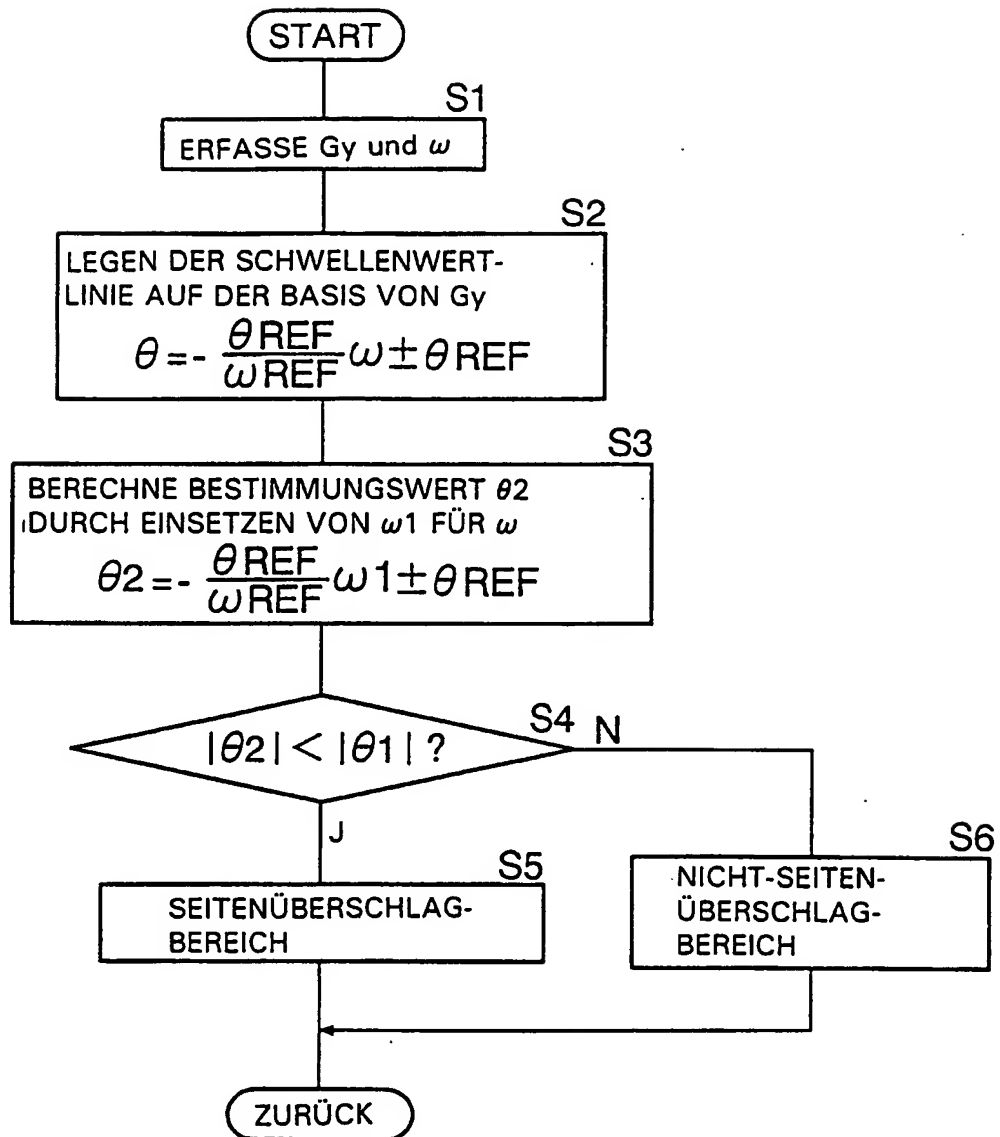




FIG.8

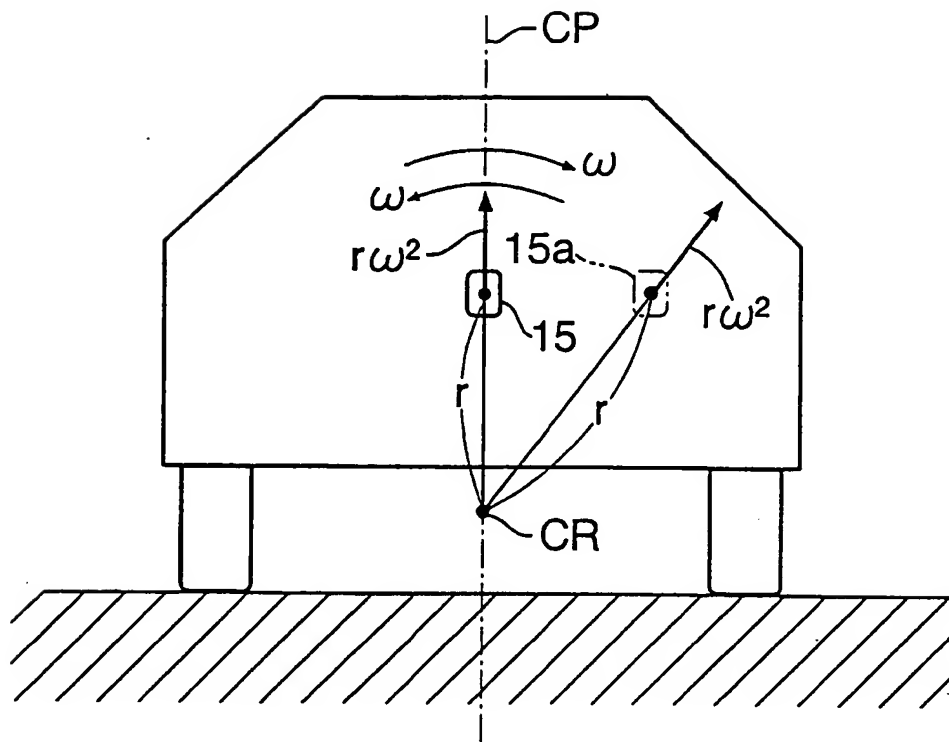


FIG.9B

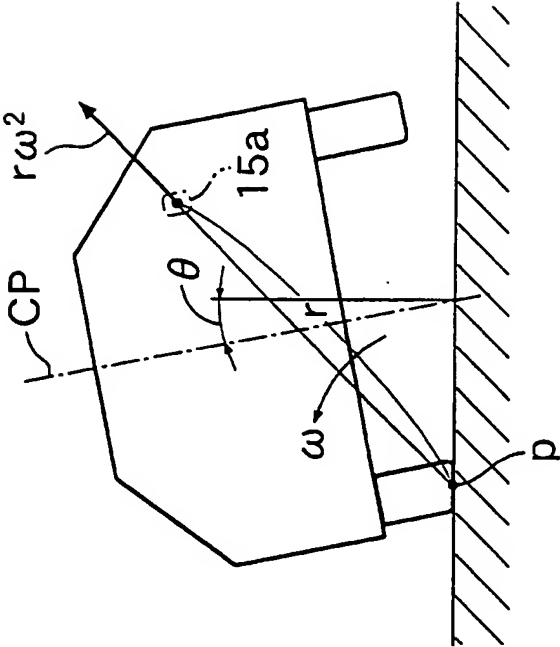


FIG.9A

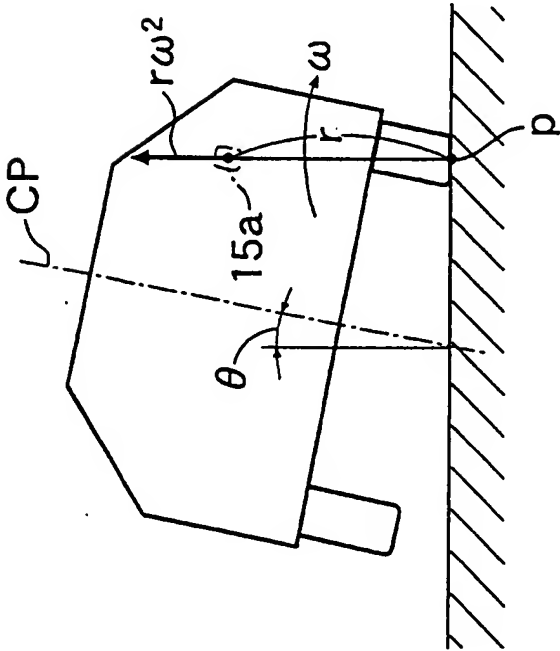


FIG.10

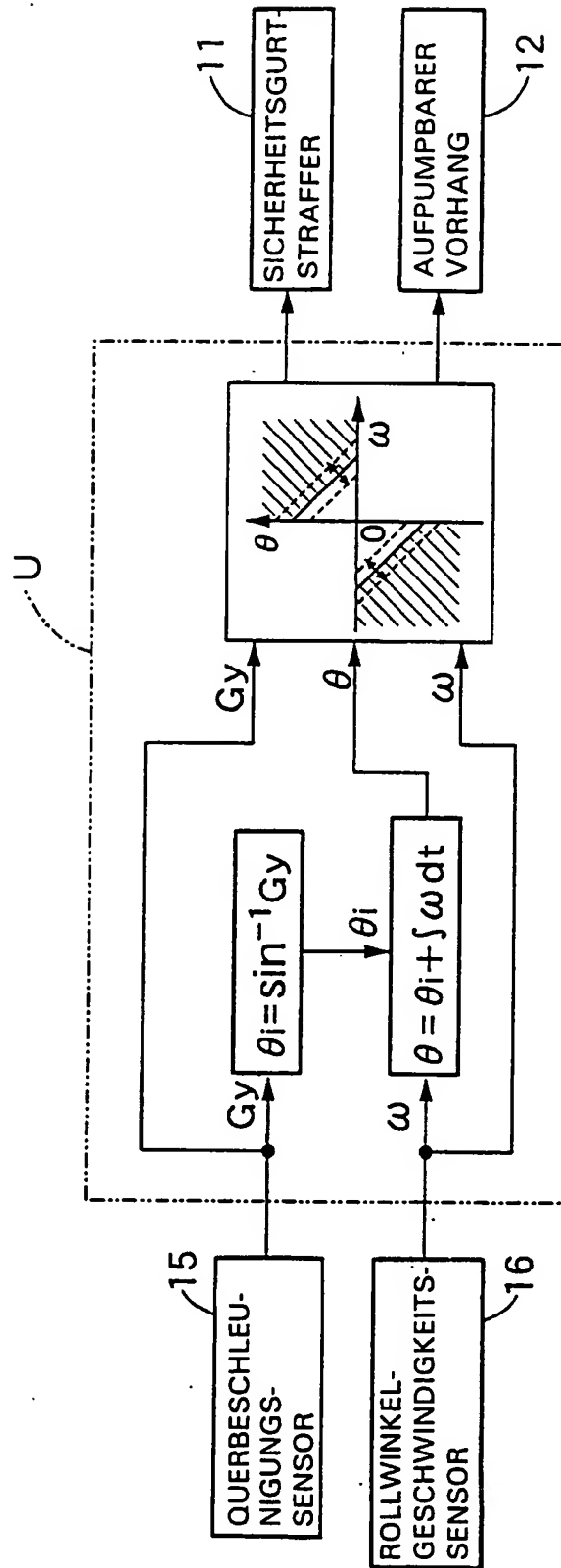


FIG.11

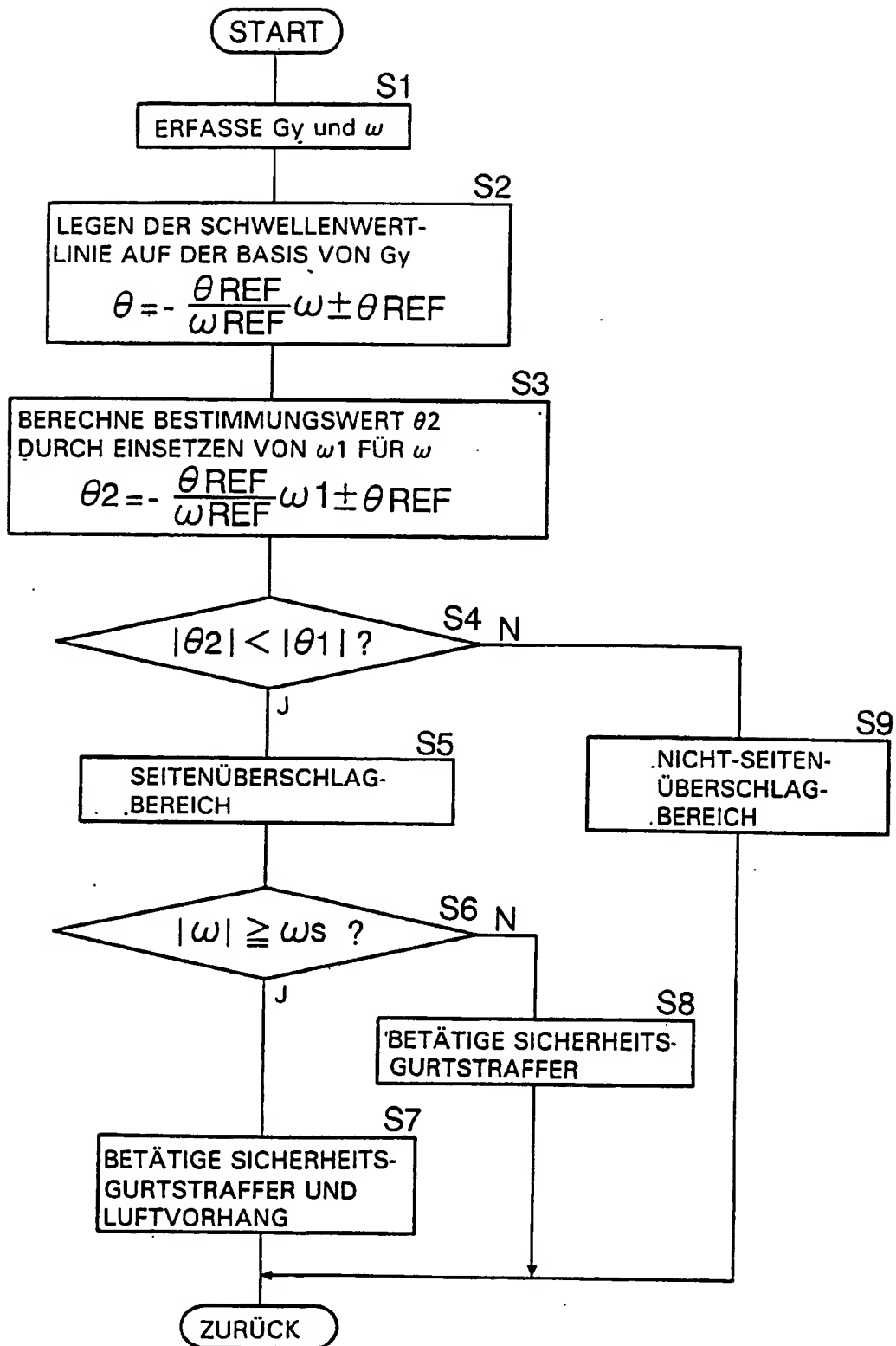


FIG.12

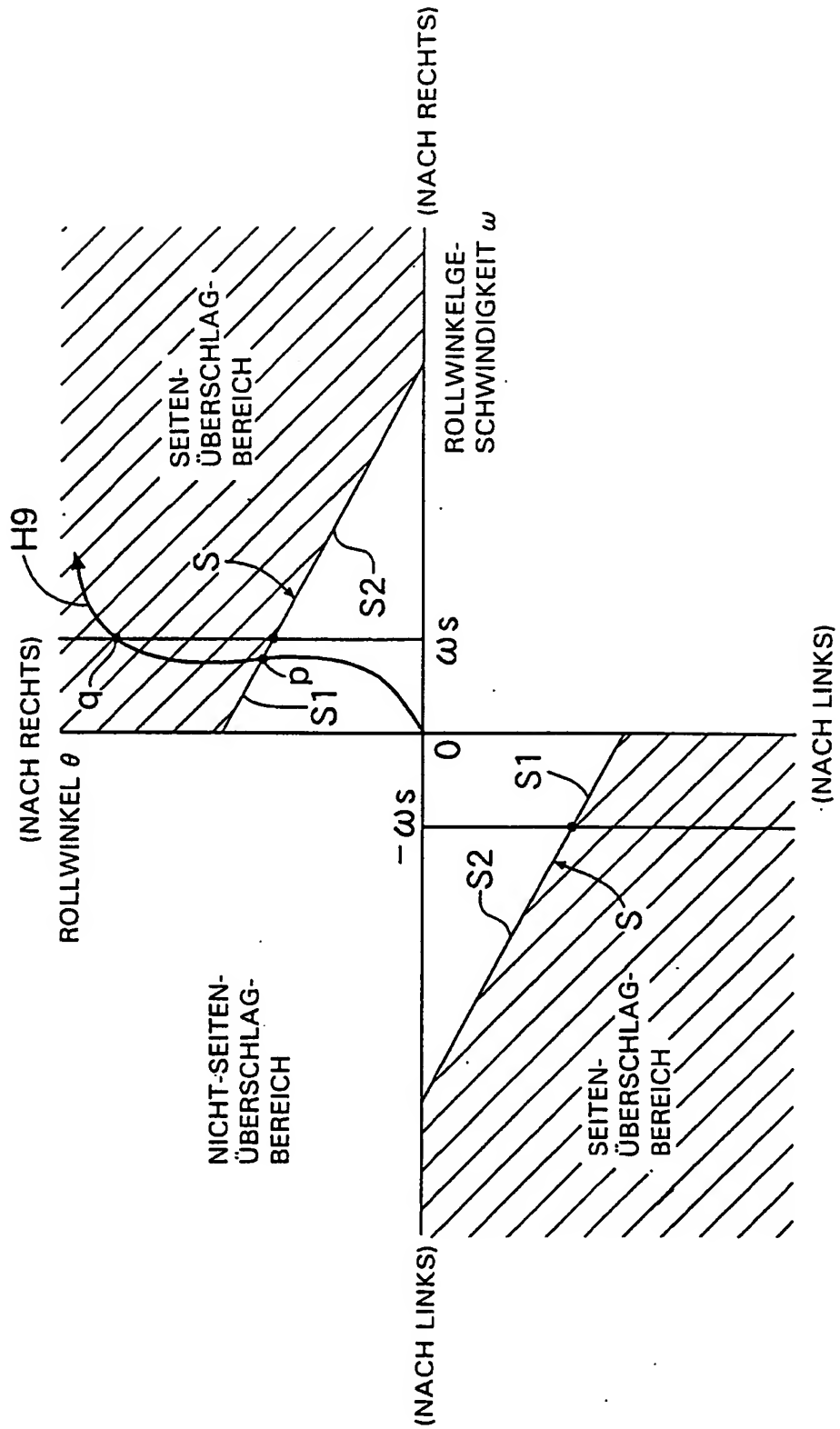


FIG.13A

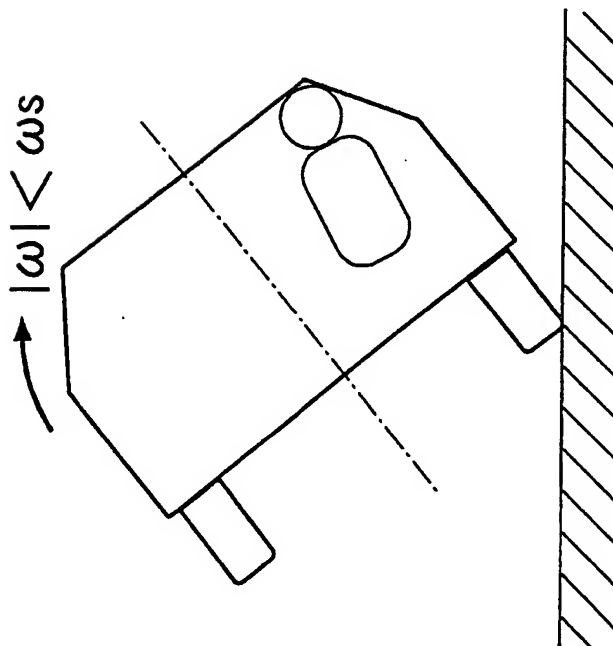
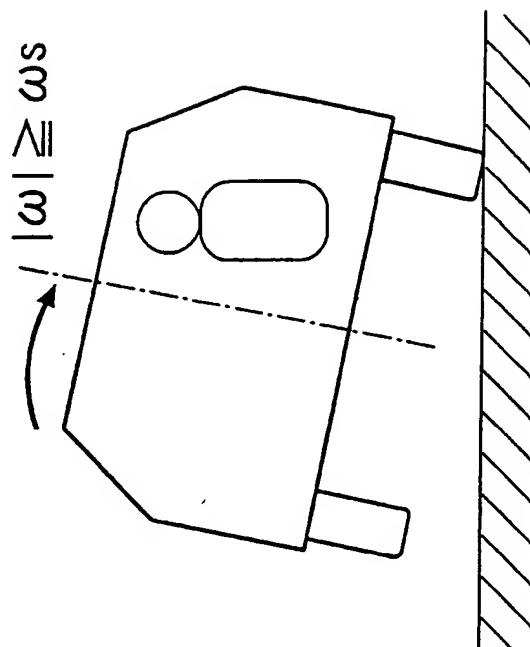


FIG.13B



**FIG.14**

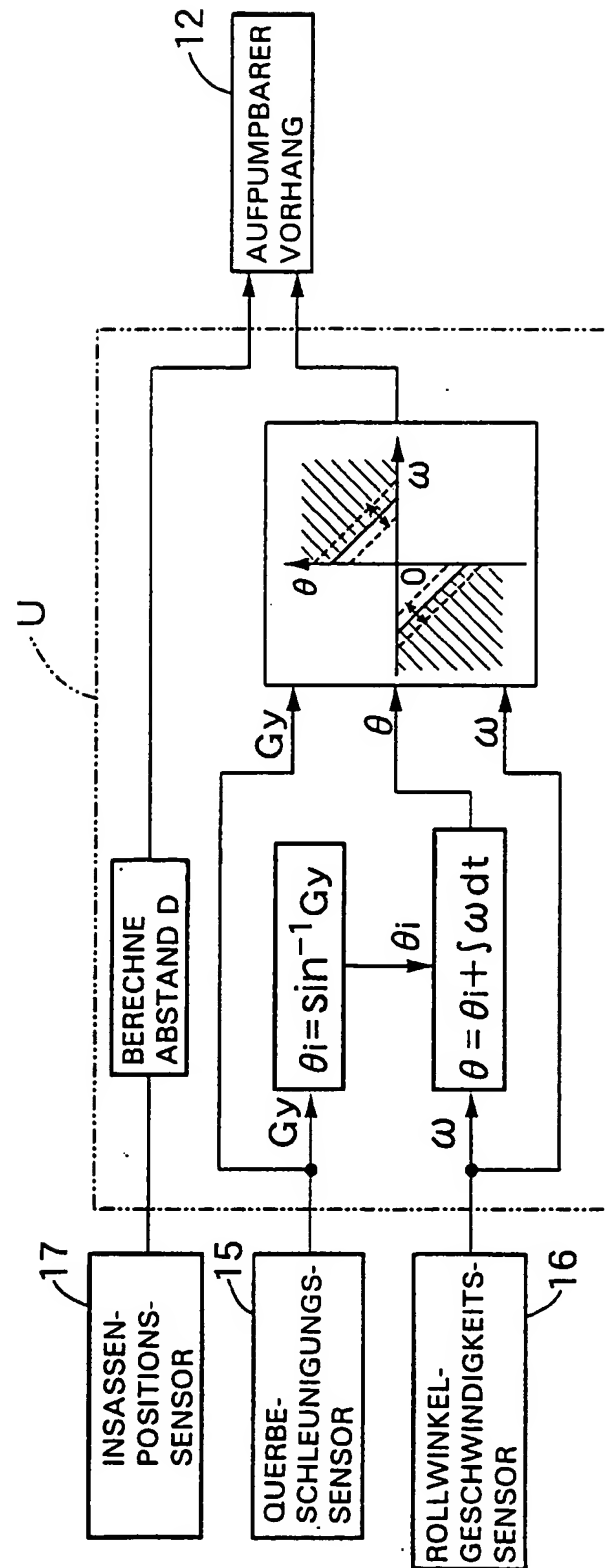




FIG.15

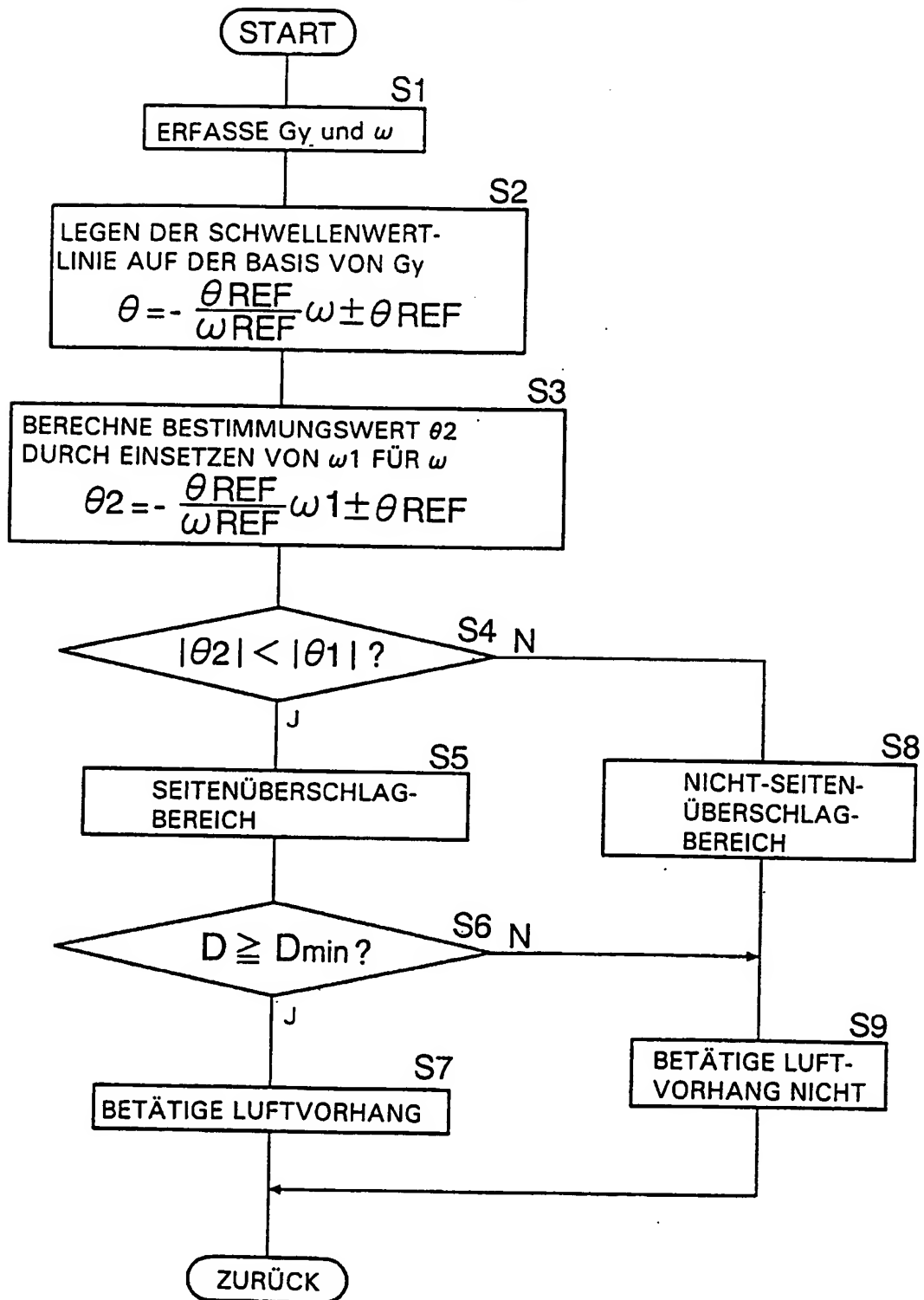


FIG.16

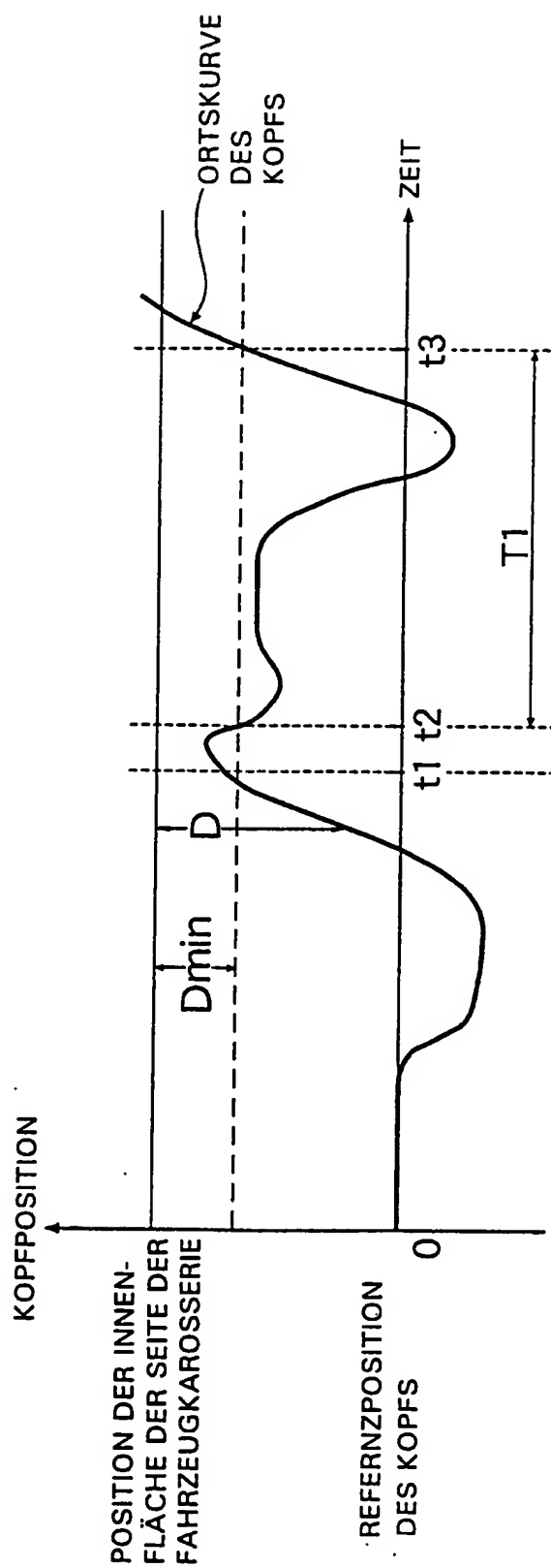


FIG.17A

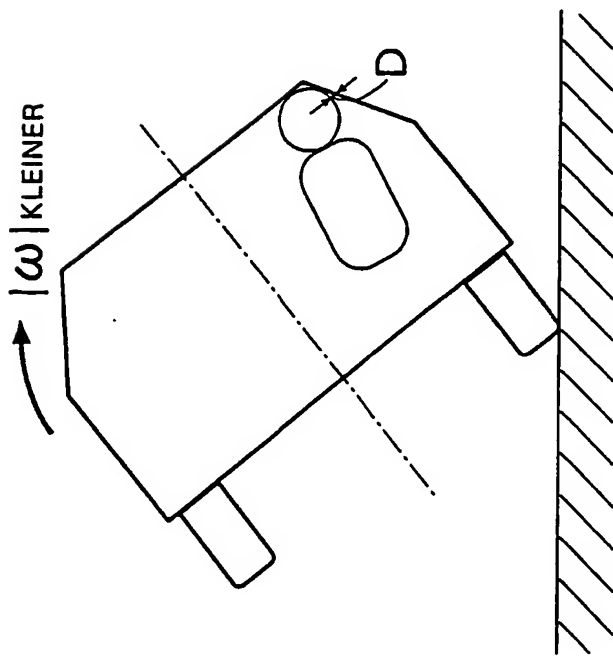


FIG.17B

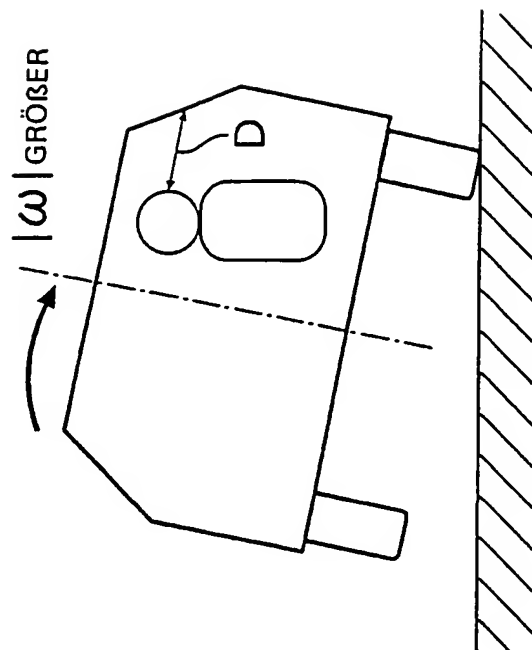


FIG.18

